

UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ
“Ion Ionescu de la Brad” din IAȘI

FACULTATEA DE AGRICULTURĂ
SPECIALIZAREA: Agricultură
Inginerie Economică în Agricultură

Prof. univ. dr. ing.
VALERIU MOCA

Șef lucr. dr. ing.
OPREA RADU

Șef lucr. dr. ing.
CRISTIAN HUȚANU

TOPOGRAFIE

ȘI

DESEN TEHNIC

ÎNVĂȚĂMÂNT LA DISTANȚĂ

2016

CUPRINS

Introducere	7
U.I. I NOȚIUNI FUNDAMENTALE	9
Cuprins U.I. I	9
Obiective U.I. I	10
I.1. Obiectul măsurătorilor terestre	10
I.2. Rolul și importanța lucrărilor topografice	12
I.3. Unități de măsură folosite în topografie	12
I.3.1. Unități de măsură pentru lungimi	12
I.3.2. Unități de măsură pentru suprafețe	13
I.3.3. Unități de măsură pentru unghiuri	14
I.4. Elemente topografice ale terenului	14
I.4.1. Puncte și linii caracteristice ale terenului	14
I.4.2. Elemente liniare și unghiulare măsurate în plan vertical	15
I.4.3. Elemente unghiulare măsurate într-un punct de stație	16
I.5. Calcule topografice	17
I.5.1. Sisteme și axe de coordonate rectangulare plane	17
I.5.2. Orientarea unei direcții de pe teren	19
I.5.3. Calculul coordonatelor rectangulare plane	20
I.5.4. Calculul coordonatelor plane polare	22
I.6. Scări topografice	24
I.6.1. Scări numerice	24
I.6.2. Scări grafice	25
I.7. Hărți și planuri topografice	26
I.7.1. Definiții și caracteristici ale hărților și planurilor	26
I.7.2. Clasificarea hărților și planurilor topografice	27
I.8. Noțiuni asupra măsurărilor și erorilor	27
I.8.1. Clasificarea generală a măsurărilor topografice	27
I.8.2. Definiții și clasificarea erorilor în topografie	28
Teste de autoevaluare U.I. I	30
Lucrare de verificare U.I. I	30
Rezumatul U.I. I	30
Bibliografie U.I. I	30
U.I. II INSTRUMENTE ȘI APARATE TOPOGRAFICE	31

Cuprins U.I. II	31
Obiective U.I. II	32
II.1. Generalități	32
II.2. Marcarea și semnalizarea punctelor	32
II.2.1. Marcarea punctelor topografice	32
II.2.1.1. Marcarea provizorie sau temporară	32
II.2.1.2. Marcarea permanentă sau definitivă	33
II.2.2. Semnalizarea punctelor topografice	34
II.2.2.1. Semnalizarea provizorie sau temporară	34
II.2.2.2. Semnalizarea permanentă sau definitivă.....	35
II.3. Măsurarea distanțelor	36
II.3.1. Alinamente. Jalonarea aliniamentelor	36
II.3.2. Instrumente clasice pentru măsurarea directă a distanțelor	37
II.3.2.1. Instrumente expeditiv de precizie mică	37
II.3.2.2. Instrumente de precizie medie	38
II.3.2.3. Instrumente de precizie mare	39
II.3.3. Tehnica de măsurare directă a distanțelor cu panglica de oțel	39
II.3.4. Instrumente de măsurare a distanțelor prin unde	40
II.4. Măsurarea unghiurilor	42
II.4.1. Instrumente și aparate pentru măsurarea unghiurilor	42
II.4.2. Părțile componente ale teodolitelor-tahimetre clasice	43
II.4.2.1. Principalele părți componente ale teodolitului-tahimetru clasic	43
II.4.2.2. Principalele părți componente ale teodolitelor-tahimetre optice	44
II.4.3. Axele și mișcările unui teodolit-tahimetru de tip clasic	47
II.4.4. Dispozitive de citire ale unghiurilor	48
II.4.5. Așezarea teodolitului-tahimetru în punctul de stație	50
II.4.6. Punerea la punct a lunetei și vizarea semnalelor topografice	51
II.4.7. Metode de măsurare a unghiurilor	53
II.4.8. Măsurarea unui unghi orizontal, izolat, prin metoda simplă.....	54
II.4.9. Măsurarea unui unghi vertical zenital.....	56
II.4.10. Precizia măsurării unghiurilor.....	58
Teste de autoevaluare U.I. II	59
Lucrare de verificare U.I. II	59
Rezumatul U.I. II	59
Bibliografie U.I. II	59

U.I. III RIDICĂRI PLANIMETRICE	61
Cuprins U.I. III	61
Obiective U.I. III	61
III.1. Rețeaua geodezică de sprijin	62
III.1.1. Rețeaua geodezică de sprijin clasică	62
III.1.2. Rețeaua Geodezică Națională – GPS.....	63
III.2. Metoda drumuirii planimetrice.....	65
III.2.1. Clasificarea drumuirilor planimetrice.....	65
III.2.2. Condițiile tehnice de execuție ale drumuirilor planimetrice clasice	66
III.2.3. Lucrările din faza de teren a drumuirilor planimetrice clasice	66
III.2.4. Lucrările din faza de calcul a drumuirii planimetrice clasice.....	67
III.3. Metoda radierii planimetrice.....	72
III.3.1. Clasificarea radierilor planimetrice	72
III.3.2. Condițiile tehnice ale radierilor planimetrice clasice	73
III.3.3. Lucrările din faza de teren ale radierilor planimetrice	73
III.3.4. Lucrările din faza de calcul ale radierilor planimetrice	74
III.4. Întocmirea planurilor topografice	75
III.4.1. Categoriile de planuri topografice	75
III.4.2. Metode de întocmire ale planurilor topografice	76
III.4.3. Operațiile pregătitoare și de redactare ale planurilor topografice	77
Teste de autoevaluare U.I. III	79
Lucrare de verificare U.I. III	80
Rezumatul U.I. III	80
Bibliografie U.I. III	80
U.I. IV CALCULUL SUPRAFEȚELOR	81
Cuprins U.I. IV	81
Obiective U.I. IV	81
IV.1. Noțiunea de suprafață	82
IV.2. Metoda numerică de calcul a suprafețelor.....	82
IV.2.1. Procedeeul geometric	83
IV.2.2. Procedeeul trigonometric	85
IV.2.3. Procedeeul analitic	86
IV.3. Metoda mecanică de calcul a suprafețelor.....	89
IV.3.1. Planimetre polare clasice	89
IV.3.2. Reguli tehnice de planimetrare clasică.....	91

IV.3.3. Planimetrarea clasică a unei suprafețe cu polul în exterior.....	91
IV.3.4. Planimetre digitale	93
IV.4. Metoda grafică de calcul a suprafețelor.....	95
IV.4.1. Procedeu grafic de calcul al suprafețelor cu contururi liniare....	95
IV.4.2. Calculul grafic al suprafețelor cu contururi sinuoase.....	96
IV.5. Toleranțe admise la calculul suprafețelor	97
Teste de autoevaluare U.I. IV	99
Lucrare de verificare U.I. IV	99
Rezumatul U.I. IV	99
Bibliografie U.I. IV	100
U.I. V NIVELMENTUL	101
Cuprins U.I. V	101
Obiective U.I. V	101
V.1. Noțiuni generale de nivelment	102
V.2. Tipuri de nivelment	104
V.3. Rețeaua geodezică de nivelment a României	105
V.4. Nivelmentul geometric.....	106
V.4.1. Măsurarea diferențelor de nivel în nivelmentul geometric.....	106
V.4.2. Clasificarea nivelmentului geometric.....	107
V.4.3. Instrumente de nivelment geometric	107
V.4.4. Mire de nivelment geometric	111
V.4.5. Nivelmentul geometric de mijloc simplu	112
V.4.6. Nivelmentul geometric de capăt simplu.....	114
V.5. Reprezentarea reliefului pe hărți și planuri.....	116
V.5.1. Procedeu vederii în perspectivă.....	116
V.5.2. Metoda hașurilor	117
V.5.3. Metoda tentelor hipsometrice	117
V.5.4. Metoda planului cotat nivelitic	118
V.5.5. Principiul reprezentării reliefului prin metoda curbelor de nivel.....	119
V.5.6. Stabilirea echidistanței naturale sau numerice a curbelor de nivel.....	120
V.5.7. Clasificarea și reprezentarea grafică a curbelor de nivel.....	121
V.5.8. Reprezentarea formelor de relief prin metoda curbelor de nivel..	122
V.6. Panta terenului și modul de exprimare.....	125
V.7. Calculul pantei terenului pe hărți și planuri cu ajutorul curbelor de nivel..	127
Teste de autoevaluare U.I. V	128
Lucrare de verificare U.I. V	129

Rezumatul U.I. V	129
Bibliografie U.I. V	129
U.I. VI TAHIMETRIA	131
Cuprins U.I. VI	131
Obiective U.I. VI	132
VI.1. Noțiuni generale de tahimetrie	132
VI.2. Tahimetre clasice și metode de măsurare.....	133
VI.2.1. Tipuri constructive de tahimetre clasice.....	133
VI.2.2. Măsurarea indirectă a distanțelor cu tahimetre clasice.....	134
VI.2.3. Principiul de bază al ridicărilor tahimetrice clasice	137
VI.3. Tahimetre autoreductoare și metode de măsurare	138
VI.3.1. Tipuri constructive de tahimetre autoreductoare	138
VI.3.2. Părțile componente ale tahimetrului autoreductor cu diagramă...	139
VI.3.3. Diagrama unui tahimetru autoreductor.....	140
VI.3.4. Anexele unui tahimetru autoreductor cu diagramă	141
VI.3.5. Executarea măsurărilor cu tahimetre autoreductoare.....	141
VI.4. Instrumente electronice și metode de măsurare.....	143
VI.4.1. Considerații și principii generale	143
VI.4.2. Structura și părțile componente ale unei stații totale	144
VI.4.3. Axele principale și mișcările generale ale stației totale	145
VI.4.4. Tastatura și butoanele de utilizare ale stației totale	146
VI.4.5. Pregătirea stației totale pentru executarea măsurărilor	148
VI.4.6. Instalarea trepiedului stației totale în punctul topografic	148
VI.4.7. Centrarea cu laser și orizontalizarea aproximativă	149
VI.4.8. Orizontalizarea precisă a stației totale cu nivela electronică	150
VI.4.9. Efectuarea măsurărilor și înregistrarea datelor	151
VI.4.10. Programe de măsurare utilizate de stațiile totale.....	153
VI.5. Întocmirea planului topografic digital.....	154
VI.5.1. Conceptul de realizare al planului digital.....	154
VI.5.2. Raportarea planimetriei și trasarea curbelor de nivel.....	155
VI.5.3. Conținutul și acuratețea planului topografic digital.....	158
Teste de autoevaluare U.I. VI	159
Lucrare de verificare U.I. VI	160
Rezumatul U.I. VI	160
Bibliografie U.I. VI	160

U.I. VII ELEMENTE DE DESEN CARTOGRAFIC	161
Cuprins U.I. VII	161
Obiective U.I. VII	162
VII.1. Elemente de bază ale scrierii cartografice	162
VII.1.1. Întocmirea portativului scrierii cartografice	163
VII.1.2. Modul de scriere a literelor și cifrelor	164
VII.1.3. Dimensiunile nominale ale scrierii cartografice	165
VII.2. Scrierea cartografică pe hărți și planuri	165
VII.2.1. Scrierea elementelor de toponimie	166
VII.2.2. Scrierea datelor numerice și a inscripțiilor explicative	167
VII.3. Formatul cadrului hărților și planurilor	170
VII.3.1. Dimensiunile trapezelor pe latitudine și pe longitudine	170
VII.3.2. Dimensiunile grafice ale laturilor și aria trapezelor geodezice..	171
VII.4. Elementele cadrului hărților și planurilor	172
VII.4.1. Cadrul hărților și planurilor topografice	172
VII.4.2. Elementele din interiorul cadrului hărților și planurilor	174
VII.4.3. Elementele din exteriorul cadrului hărților și planurilor	176
VII.5. Cartoeditarea planurilor și hărților	177
VII.5.1. Cartoeditarea planului topografic de bază.....	177
VII.5.2. Cartoeditarea planului cadastral de bază.....	178
VII.5.3. Cartoeditarea hărții topografice de bază.....	179
VII.5.4. Cartoeditarea hărții cadastrale de bază.....	180
VII.6. Nomenclatura foilor hărților și planurilor	181
VII.6.1. Nomenclatura foilor hărții internaționale la scara 1 : 1 000 000	181
VII.6.2. Nomenclatura hărții la scările 1 : 500 000, 1 : 200 000 și 1 : 100 000 .	182
VII.6.3. Nomenclatura foilor de hartă la scările 1 : 50 000 și 1 : 25 000	183
VII.6.4. Nomenclatura planurilor la scările 1 : 10 000, 1 : 5 000 și 1 : 2 000	184
VII.7. Probleme de cartometrie	185
VII.7.1. Determinarea coordonatelor unui punct de pe planuri.....	185
VII.7.2. Calculul orientării unei direcții și a distanței pe planuri.....	186
VII.7.3. Determinarea cotelor absolute pe planuri și hărți.....	187
VII.7.4. Determinarea pantelor pe planuri și hărți cu curbe de nivel.....	188
Teste de autoevaluare U.I. VII	189
Lucrare de verificare U.I. VII	190
Rezumatul U.I. VII	190
Bibliografie U.I. VII	190
Bibliografie	191

INTRODUCERE

Una din ramurile științei măsurătorilor terestre o constituie disciplina de **TOPOGRAFIE** care se ocupă cu studiul, măsurarea și reprezentarea pe planuri și hărți a terenului cu toate formele de relief, folosințele și construcțiile existente.

Introducerea sistemului unitar de cadastru și carte funciară solicită atât utilizarea corespunzătoare a **fondului geodezic și cartografic existent**, cât și realizarea **unei noi rețele geodezice de sprijin GPS**, care să permită executarea corectă a măsurătorilor cadastrale și cartografierea riguroasă a fondului funciar.

În acest context, autorii și-au propus, să ofere prin structura și conținutul disciplinei, **TOPOGRAFIE ȘI DESEN TEHNIC**, o serie de noțiuni teoretice și practice asupra metodelor și tehnologiilor actuale folosite în măsurătorile terestre.

Modulul de studiu a fost structurat pe **șapte unități de învățare (U.I.)**, care integrează, o serie de competențe de specialitate care sunt unitare din punct de vedere tematic fiind, finalizate prin teste de autoevaluare și lucrări de verificare.

- **Unitatea de învățare (U.I. I): NOȚIUNI FUNDAMENTALE** cuprinde însușirea următoarelor competențe: obiectul, rolul și importanța măsurătorilor terestre; unități de măsură pentru lungimi, suprafețe și unghiuri; elemente de planimetrie și altimetrie ale terenului; calcule topografice de bază; scări numerice și grafice; hărți și planuri; clasificarea măsurărilor și a erorilor topografice.

- **Unitatea de învățare (U.I. II): INSTRUMENTE ȘI APARATE TOPOGRAFICE** tratează atât descrierea acestora, cât și metodele folosite pentru măsurarea distanțelor și a unghiurilor în vederea determinării poziției în plan a punctelor topografice. Se prezintă, mai întâi, mijloacele de marcăre și semnalizare ale punctelor; apoi instrumentele și metodele de măsurare. Din însușirea acestor noțiuni, se asigură competențele pentru cunoașterea acestor instrumente.

- **Unitatea de învățare (U.I. III): RIDICĂRI PLANIMETRICE** include cunoașterea rețelelor geodezice de sprijin a ridicărilor planimetrice, a metodelor de ridicare planimetrică și de întocmire a planurilor topografice. Prin expunerea acestor noțiuni de specialitate, s-a urmărit, înțelegerea și însușirea modului de executare a operațiilor de teren, de calcul, de raportare grafică și de întocmire a planului topografic al unei suprafețe de teren.

- **Unitatea de învățare (U.I. IV): CALCULUL SUPRAFETELOR** are rolul să evidențieze noțiunea de suprafață și să permită dobândirea cunoștințelor necesare pentru însușirea metodelor clasice și moderne folosite pentru calculul suprafețelor. Noile tehnologii utilizate în prezent, în lucrările de cadastru solicită și cunoașterea principiilor de calcul a suprafețelor în sistem automatizat.

- **Unitatea de învățare (U.I. V): NIVELMENTUL** înglobează atât noțiunile generale de altimetrie asupra terenului, cât și metodele de reprezentare ale reliefului terenului pe hărți și planuri topografice. În acest scop au fost prezentate instrumentele și metodele de măsurare pe teren a diferențelor de nivel și de calcul a cotelor absolute ale punctelor caracteristice ale detaliilor topografice. Cotele absolute ale punctelor topografice sunt determinate în **sistemul cotelor normale față de planul de referință Marea Neagră-1975**.

- **Unitatea de învățare (U.I. VI) TAHIMETRIA** tratează sub multiple aspecte teoretice și practice, studiul instrumentelor și al metodelor de determinare simultană a poziției planimetrice și nivelitice a punctelor caracteristice ale suprafeței topografice. Ridicările tahimetrice sunt considerate ca fiind măsurători rapide și eficiente atât sub aspectul randamentului tehnic, cât și al preciziei de poziționare a punctelor topografice în sistemul de coordonate 3D.

- **Unitatea de învățare (U.I. VII): ELEMENTE DE DESEN CARTOGRAFIC** a sintetizat sarcinile de învățare necesare pentru întocmirea, redactarea și utilizarea planurilor topografice și cadastrale. În acest scop au fost definite și descrise următoarele noțiuni: scrierea cartografică pe hărți și planuri; formatul și elementele cadrului hărților și planurilor; cartoeditarea planurilor și hărților; nomenclatura foilor hărților și planurilor; probleme de cartometrie.

Modulul de studiu – **TOPOGRAFIE ȘI DESEN TEHNIC** – se adresează tuturor studenților de la învățământul la distanță (I.D.) cu specializările de licență de **Agricultură** și de **Inginerie Economică în Agricultură**, din cadrul **Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad”** din Iași, precum și celor interesați de cunoașterea instrumentelor și a tehnicilor folosite în măsurătorile terestre.

IAȘI,
octombrie, 2016

AUTORII,

Partea I-a

TOPOGRAFIE

U.I. I

NOȚIUNI FUNDAMENTALE

● **Cuprins U.I. I**

- I.1. Obiectul măsurătorilor terestre
- I.2. Rolul și importanța lucrărilor topografice
- I.3. Unități de măsură folosite în topografie
 - I.3.1. Unități de măsură pentru lungimi
 - I.3.2. Unități de măsură pentru suprafețe
 - I.3.3. Unități de măsură pentru unghiuri
- I.4. Elemente topografice ale terenului
 - I.4.1. Puncte și linii caracteristice ale terenului
 - I.4.2. Elemente liniare și unghiulare măsurate în plan vertical
 - I.4.3. Elemente unghiulare măsurate într-un punct de stație
- I.5. Calcule topografice
 - I.5.1. Sisteme și axe de coordonate rectangulare plane
 - I.5.2. Orientarea unei direcții de pe teren
 - I.5.3. Calculul coordonatelor rectangulare plane
 - I.5.4. Calculul coordonatelor polare plane
- I.6. Scări topografice
 - I.6.1. Scări numerice
 - I.6.2. Scări grafice
- I.7. Hărți și planuri topografice
 - I.7.1. Definiții și caracteristici ale hărților și planurilor
 - I.7.2. Clasificarea hărților și planurilor topografice
- I.8. Noțiuni asupra măsurărilor și erorilor
 - I.8.1. Clasificarea generală a măsurărilor topografice
 - I.8.2. Definiții și clasificarea erorilor în topografie

• Obiective U.I. I

- Cunoașterea ramurilor măsurătorilor terestre;
- Definirea rolului și importanței măsurătorilor terestre;
- Folosirea practică a unităților de măsură în topografie;
- Formarea unei opinii asupra elementelor topografice ale terenului;
- Cunoașterea și aplicarea operațiilor de calcul în topografie;
- Însușirea noțiunii de scară numerică și de scară grafică;
- Definirea și clasificarea hărților și planurilor topografice;
- Definirea și clasificarea măsurărilor și erorilor în topografie.

I.1. OBIECTUL MĂSURĂTORILOR TERESTRE

Știința măsurătorilor terestre are ca obiect de studiu totalitatea operațiilor de teren și de calcul, ce sunt efectuate în vederea reprezentării pe un plan sau pe o hartă a suprafeței terestre într-o anumită proiecție cartografică și la o scară topografică. Conținutul măsurătorilor terestre a evoluat de-a lungul timpului în strânsă legătură cu dezvoltarea societății, în funcție de realizarea diferitelor obiective legate de activitatea economică și, respectiv, de atingerea unui scop științific cu privire la determinarea formei și dimensiunilor Pământului.

Efectuarea măsurătorilor pe teren, prelucrarea datelor și reprezentarea corectă pe planuri și hărți a elementelor de planimetrie și a formelor de relief ale terenului, se bazează pe folosirea instrumentelor topografice și geodezice, a mijloacelor de calcul și de raportare grafică, care necesită cunoașterea unor noțiuni teoretice și practice din diferite domenii ale științei și tehnicii. Astfel, pentru folosirea practică a *instrumentelor topografice și geodezice*, în vederea măsurării exacte a unghiurilor și distanțelor sunt necesare cunoștințe de optică geometrică, mecanică fină, rezistența materialelor și altele. Pentru *prelucrarea rezultatelor măsurătorilor din teren* sunt necesare metode de calcul, ce se bazează pe noțiuni de geometrie, trigonometrie, algebră, analiză matematică și informatică.

Întocmirea și execuția grafică a planurilor și hărților topografice presupune folosirea noțiunilor de desen topografic și cartografic, cu ajutorul cărora se reprezintă pe o suprafață plană, o serie de obiecte și forme geometrice ale terenului, prin folosirea unei proiecții cartografice.

Știința măsurătorilor terestre cuprinde o serie de *ramuri principale*, care sunt diferențiate între ele atât prin obiectul activității propriu-zise, cât și prin metodele de lucru și instrumentele folosite în procesul de măsurare, fiind menționate și definite cele mai reprezentative.

➤ **Geodezie.** *Disciplină ce se ocupă cu studiul, măsurarea și determinarea formei și dimensiunilor Pământului sau a unor părți întinse din suprafața acestuia, precum și cu determinarea poziției precise a unor puncte fixe de pe teren, ce formează rețeaua geodezică de sprijin pentru măsurătorile topografice.*

În cadrul măsurătorilor geodezice, care se execută pe suprafețe mari de teren, se ține seama de efectul de curbură al Pământului.

➤ **Topografie.** *Disciplină ce se ocupă cu studiul, măsurarea și reprezentarea pe planuri și hărți a terenului cu toate formele de planimetrie și de relief existente. În cadrul măsurătorilor topografice, ce se execută pe suprafețe relativ mici de teren, nu se ține seama de efectul de curbură al Pământului.*

➤ **Fotogrammetrie.** *Disciplină care se ocupă cu înregistrarea, măsurarea și reprezentarea obiectelor sau fenomenelor în spațiu și timp, cu ajutorul imaginilor fotografice ale acestora, ce poartă denumirea de fotograme. Ridicările fotogrammetrice au o largă utilizare în prezent datorită randamentului superior al procesului de culegere și prelucrare a datelor, precum și a metodelor rapide de întocmire a planurilor topografice sub formă analogică și digitală.*

➤ **Teledetecție.** *Disciplină care cuprinde un ansamblu de tehnici și tehnologii elaborate în vederea teleobservării cu rețele satelitare a resurselor naturale ale Pământului, ale planetelor, ale spațiului aerian și interplanetar.*

➤ **Cartografie.** *Disciplină ce se ocupă cu studiul proiecțiilor cartografice folosite pentru reprezentarea în plan a suprafeței curbe a Pământului sau a unor porțiuni mari din această suprafață, în vederea întocmirii, redactării, editării și multiplicării planurilor și hărților topografice.*

➤ **Cadastru.** *Disciplină care cuprinde totalitatea lucrărilor necesare pentru identificarea, măsurarea și reprezentarea pe planuri și hărți a bunurilor imobile de pe întregul teritoriu al țării, indiferent de destinația lor și de proprietar.*

Prin introducerea **sistemului unitar de cadastru**, se realizează cunoașterea și furnizarea, în orice moment, a datelor cadastrale asupra imobilelor, sub aspect **cantitativ, calitativ și juridic** din cuprinsul unei unități administrativ-teritoriale.

➤ **Sistemul Informațional Geografic**, cunoscut și sub denumirea de **G.I.S. (Geographical Information System)**, se bazează pe utilizarea tehnicii electronice de calcul, necesară pentru achiziția, stocarea, analiza și afișarea datelor geografice ale suprafeței terestre, sub formă de rapoarte grafice și numerice. Sistemele informaționale geografice realizează organizarea informației pe criterii spațiale (geografice) și pe diferite nivele (straturi) de informație (planuri tematice).

I.2. ROLUL ȘI IMPORTANȚA LUCRĂRIILOR TOPOGRAFICE

Ridicările topografice sunt aplicate la nivelul tuturor ramurilor economiei naționale, în vederea întocmirii planurilor și hărților necesare pentru elaborarea proiectelor de execuție ale diferitelor lucrări de investiții din: industrie, construcții, transporturi, agricultură, silvicultură și alte domenii de activitate.

În agricultură, ridicările topografice sunt folosite în *faza de studii a promovării unui proiect de execuție*, în vederea realizării diferitelor lucrări de organizare și amenajare a teritoriului agricol și, respectiv, a introducerii lucrărilor de cadastru și carte funciară, în cazul imobilelor agricole.

În *faza de aplicare pe teren a proiectelor*, se efectuează trasarea în plan și pe verticală a axelor și punctelor caracteristice ale lucrărilor proiectate. Dintre categoriile de lucrări care formează obiectul acestor proiecte sunt menționate: *organizarea teritoriului; înființarea plantațiilor pomicole și viticole; modernizarea drumurilor agricole; sistematizarea localităților rurale; amenajarea sistemelor de irigații, de desecare și drenaj subteran, de combaterea eroziunii solului.*

I.3. UNITĂȚI DE MĂSURĂ FOLOSITE ÎN TOPOGRAFIE

În România se folosește, în mod oficial, **Sistemul Internațional de Unități de Măsură (SI)**, ce se bazează pe următoarele unități fundamentale: **metrul, kilogramul, secunda, amperul, gradul Kelvin și candela.**

I.3.1. Unități de măsură pentru lungimi

Lungimile se exprimă în **sistemul metric**, unde unitatea fundamentală este **metrul**, definit ca fiind a **299 792 458 parte** a distanței parcurse de lumină, în vid, într-o secundă. Sistemul metric este folosit cu următorii submultipli: **decimetrul (dm); centimetrul (cm) și milimetrul (mm):**

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1\,000 \text{ mm} ;$$

și, respectiv, cu multiplii: **decametrul (dam); hectometrul (hm) și kilometrul (km):**

$$1 \text{ m} = 0,1 \text{ dam} = 0,01 \text{ hm} = 0,001 \text{ km}$$

Până la introducerea sistemului metric (**15/27 septembrie 1864**) care a avut loc în **România** sub domnia lui **Alexandru Ioan Cuza**, au fost utilizate și alte unități de măsură necesare în prezent pentru corespondența lor cu sistemul oficial.

- În **Muntenia**, s-a folosit: *palma, stânenul și prăjina*, cu dimensiunile:
 - 1 *palma Șerban Vodă* = 0,246 m;
 - 1 *stânen Șerban Vodă* = 8 *palme* = 1,97 m;
 - 1 *prăjină Șerban Vodă* = 24 *palme* = 3 *stâneni* = 5,90 m.
- În **Moldova**, s-a folosit: *stânenul și prăjina*, cu dimensiunile:
 - 1 *stânen moldovenesc* = 2,23 m;
 - 1 *prăjină moldovenească* = 4 *stâneni moldovenești* = 8,92 m.
- În **Ardeal, Banat și Bucovina**, s-a folosit *stânenul vienez (Klafterul)*.
 - 1 *stânen vienez* = 6 *picioare* = 1,89 m.

I.3.2. Unități de măsură pentru suprafețe

Unitatea fundamentală de măsură pentru suprafețe este *metrul pătrat (m^2)* cu submultipli: *decimetrul pătrat (dm^2)*; *centimetrul pătrat (cm^2)* și *milimetrul pătrat (mm^2)* și multipli: *arul (ar)*; *hectarul (ha)* și *kilometrul pătrat (km^2)*:

$$1 m^2 = 100 dm^2 = 10\,000 cm^2 = 1\,000\,000 mm^2$$

$$1 ar = 100 m^2$$

$$1 ha = 10\,000 m^2 = 100 ari$$

$$1 km^2 = 1\,000\,000 m^2 = 10\,000 ari = 100 ha .$$

Dintre unitățile de măsură vechi ale suprafețelor, care au fost folosite în sistemul de carte funciară din documentele cadastrale sunt menționate:

- În **Muntenia** au fost folosite următoarele unități de măsură:
 - 1 *stânen pogonesc* = 3,8670 m^2 ;
 - 1 *prăjină pogonească* = 54 *stâneni pătrați* = 208,82 m^2 ;
 - 1 *pogon* = 1296 *stâneni pătrați* = 144 *prăjini pătrate* = 5 011,78 m^2 .
- În **Moldova** au fost utilizate următoarele unități de măsură:
 - 1 *stânen fălcesc* = 4,9729 m^2
 - 1 *prăjină fălcească* = 36 *stâneni pătrați* = 179,02 m^2
 - 1 *falce* = 2880 *stâneni pătrați* = 80 *prăjini fălcești* = 14 321,95 m^2 .
- În **Ardeal, Banat și Bucovina** au fost folosite unitățile de măsură:
 - 1 *stânen vienez pătrat* = 3,59 m^2 ;
 - 1 *jugăr mic* = 1 200 *stâneni pătrați* = 4 316 m^2 = 0,43 ha;
 - 1 *jugăr cadastral* = 1 600 *stâneni pătrați* = 5 754,64 m^2 = 0,58 ha.

I.3.3. Unități de măsură pentru unghiuri

În ridicările topografice, unghiurile orizontale și verticale se măsoară, în *grade, minute și secunde, sexagesimale sau centesimale*.

➤ În **sistemul sexagesimal, clasic**, cercul este divizat în 360 părți (360^0), gradul în 60 minute ($1^0=60'$), iar minutul în 60 secunde ($1'=60''$). O jumătate de cerc are 180^0 , un sfert de cerc are 90^0 , iar o jumătate de unghi drept are 45^0 .

➤ În **sistemul centesimal, modern**, cercul este divizat în 400 părți (400^g), gradul în 100 minute ($1^g=100^c$), iar minutul în 100 secunde ($1^c=100^{cc}$). O jumătate de cerc are 200^g , un sfert de cerc are 100^g , iar o jumătate de unghi drept are 50^g .

Sistemul centesimal prezintă avantajul că, valoarea unui unghi se poate scrie atât în *grade, minute și secunde* ($47^g.54^c.97^{cc}$), cât și sub formă de *fracție zecimală* ($47^g.5497$), în care partea întreagă reprezintă **gradele**, iar după virgulă se scriu **minutele și secunde**. Acest sistem facilitează o serie de avantaje în procesul de prelucrare a datelor cu ajutorul calculatoarelor electronice.

➤ **Radianul** reprezintă unitatea de măsură pentru unghiuri în **Sistemul Internațional (S.I.)**, unde este definit ca *unghiul la centru cercului corespunzător unui arc de cerc egal cu raza cercului respectiv*.

Un cerc oarecare de rază (R) are 2π **radiani**, jumătatea de cerc π **radiani**, iar sfertul de cerc are $\pi/2$ **radiani**. Valoarea unui **radian** este de $57^017'45''$, în **sistemul sexagesimal** și de $63^g 66^c 20^{cc}$, în **sistemul centesimal**.

I.4. ELEMENTE TOPOGRAFICE ALE TERENULUI

Punctele caracteristice sunt reprezentate de toate detaliile terenului, care raportate la scară pe un plan redau în mod fidel liniile caracteristice ale diferitelor forme de planimetrie și altimetrie ale suprafeței topografice.

I.4.1. Puncte și linii caracteristice ale terenului

Prin alegerea corectă a punctelor caracteristice ale terenului se realizează o geometrizare a diferitelor parcele, cu sau fără construcții, fiind exemplificate:

- Schimbările de aliniament ale limitelor unei parcele (fig. I.1.a).
- Conturul geometric al suprafeței la sol a diferitelor clădiri (fig. I.1.b).
- Schimbările de direcție ale căilor de comunicație (fig. I.1.c).
- Axul drumurilor și al podurilor (fig. I.1.d).
- Schimbările de pantă ale unei direcții de pe un versant (fig. I.1.e).
- Secțiunea verticală prin albia unui curs de apă (fig. I.1.f).

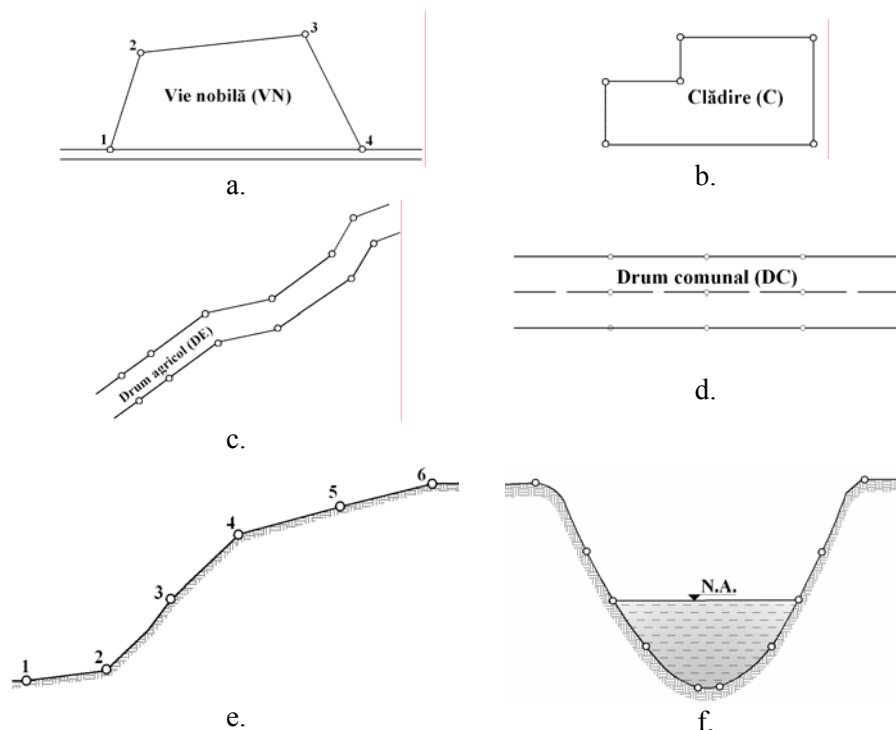


Fig. I.1 – Puncte și linii caracteristice pentru planimetrie și altimetrie

I.4.2. Elemente liniare și unghiulare măsurate în plan vertical

În vederea determinării poziției planimetrice și altimetrice a punctelor topografice ale terenului să efectuează operațiile de măsurare și de calcul asupra următoarelor **elemente liniare și unghiulare**, în condițiile unei secțiuni verticale, materializate pe teren, prin țărșii din **punctele A și B**.

- **Aliniamentul AB** este direcția materializată pe teren, în **plan vertical** între două puncte A și B , iar în **plan orizontal** este **segmentul de dreaptă AB'** , care reprezintă proiecția orizontală a liniei sinuoase rezultate din secțiunea suprafeței topografice a terenului cu un plan vertical;

- **Distanța înclinată (di_{AB})** este linia din teren care unește punctele A și B ;
- **Distanța redusă la orizont (do_{AB})** este valoarea distanței în planul orizontal obținută prin proiecția ortogonală a distanței înclinate (di_{AB});
- **Unghiul vertical de pantă (α_{AB})** este format de planul orizontal al punctului de stație considerat, cu linia terenului dată de direcția de vizare;
- **Unghiul vertical zenital (Z_{AB})** este format de planul vertical al punctului de stație considerat, cu linia terenului dată de direcția de vizare;

- **Diferența de nivel (ΔZ_{AB})** este distanța măsurată pe verticală între cele două planuri orizontale care trec prin punctele considerate A și B;
- **Cota absolută (Z_A)** este distanța măsurată pe verticală de la **suprafața de nivel zero** și până la planul orizontal care trece prin punctul A;
- **Profilul topografic al terenului între punctele A și B** este linia sinuoasă rezultată din intersectarea suprafeței topografice cu un plan vertical (fig. I.2).

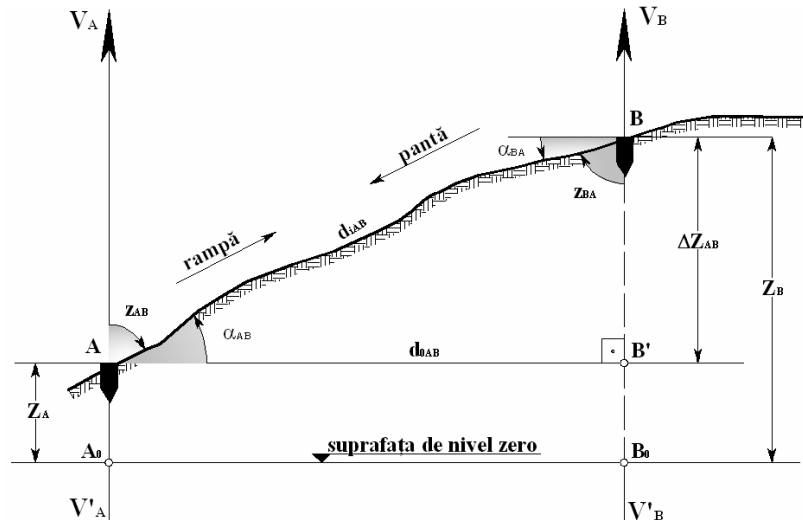


Fig. I.2 – Distanțe și unghiuri măsurate pe teren, într-o secțiune verticală

I.4.3. Elemente unghiulare măsurate într-un punct de stație

Din **punctul de stație S** se vizează semnalele topografice din punctele A și B, în vederea măsurării **unghiului orizontal (β)**; a **unghiurilor verticale de pantă (α_A) și (α_B)** și/sau a **unghiurilor verticale zenitale (Z_A) și (Z_B)**.

Se consideră cele **două planuri verticale V_1 și V_2** , care conțin cele **două direcții de vizare SA și SB** și **planul orizontal (H)** din punctul dat (fig. I.3).

- **Unghiul orizontal (β)** este format de proiecțiile ortogonale ale direcțiilor de vizare SA și SB, care reprezintă unghiul diedru al planelor verticale V_1 și V_2 ce cuprind cele două direcții, fiind măsurat în planul orizontal (H).

- **Unghiul vertical de pantă** al direcției SA (α_A) este format de proiecția orizontală (SA_0) cu linia înclinată a terenului (SA), având valori pozitive când direcția este deasupra planului orizontal și negative când direcția este sub acesta.

- **Unghiul vertical zenital (Z)** al direcției SA (Z_A) sau al direcției SB (Z_B) este format de verticala locului care trece prin punctul de stație (S) cu direcția înclinată a terenului (SA) și, respectiv, cu direcția înclinată (SB).

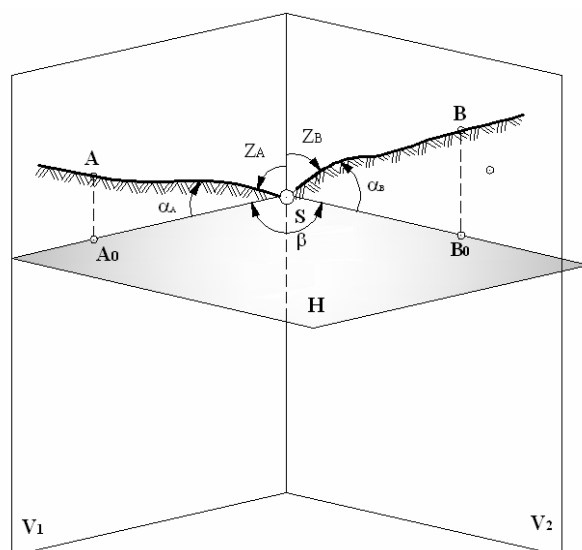


Fig. I.3 – Unghiuri orizontale și verticale măsurate pe teren într-un punct de stație

Unghiul vertical de pantă (α) și unghiul vertical zenital (Z) sunt **unghiuri complementare** a căror sumă este egală cu 100^g , în sistemul centesimal.

Din suma celor două unghiuri verticale, $(\alpha + Z) = 100^g$, se poate obține fie valoarea unghiului zenital $Z = (100^g - \alpha)$ sau a unghiului de pantă $\alpha = (100^g - Z)$.

I.5. CALCULE TOPOGRAFICE

Poziția planimetrică a punctelor din teren se determină prin coordonatele rectangulare (X, Y), în **sistemul general de axe** al *proiecției stereografice - 1970* sau într-un **sistem local**, în cazul unor ridicări topografice pe suprafețe mici.

I.5.1. Sisteme și axe de coordonate rectangulare plane

Planurile cadastrale și de situație se întocmesc în sistemul oficial de coordonate al **proiecției azimutale perspective, stereografice, oblice, conforme, pe planul secant unic – 1970**. Originea sistemului de axe de coordonate rectangulare plane a proiecției **stereografice – 1970** este reprezentată de imaginea plană a **punctului central al teritoriului României**, situat la nord de orașul Făgăraș, județul Brașov, fiind considerat **polul proiecției** Q_0 ($\varphi_0 = 46^0$ Nord și $\lambda_0 = 25^0$ Est Greenwich).

Axa **absciselor** XX' este reprezentată de imaginea plană a meridianului de longitudine $\lambda_0 = 25^0$ Est Gr., iar axa **ordonatelor** YY' este dată de tangenta geometrică dusă la imaginea arcului de paralel, de latitudine $\varphi_0 = 46^0$ Nord.

Pentru pozitivarea valorilor negative ale coordonatelor rectangulare plane (X, Y) din *cadranele topografice: II, III și IV*, s-a efectuat translarea originii sistemului de axe din **punctul real O** ($X_0 = 0,000 \text{ m}$; $Y_0 = 0,000 \text{ m}$), cu valori de câte **500 000 m** spre **sud** și, respectiv, cu **500 000 m** spre **vest**, obținându-se **originea traslată O'** ($X'_0 = 500\,000,000 \text{ m}$; $Y'_0 = 500\,000,000 \text{ m}$), (fig. I.4).

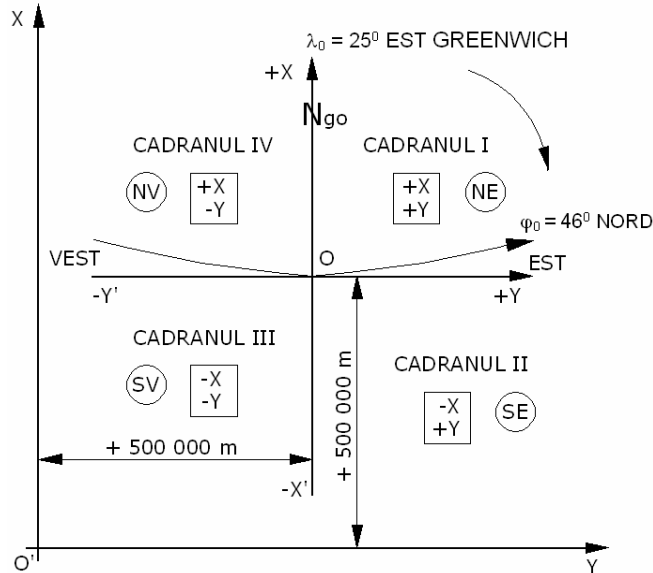


Fig. I.4 – Sistemul general de axe rectangulare al proiecției Stereografice-1970

Sistemul local de axe de coordonate rectangulare plane este folosit, în mod obișnuit, în cazul unor ridicări executate pe suprafețe relativ mici.

Axa absciselor (XX') este orientată pe direcția dată de imaginea plană a meridianului magnetic **Nord - Sud**, iar **axa ordonatelor (YY')** este orientată pe direcția **Est - Vest** sau uneori, invers (fig. I.5).

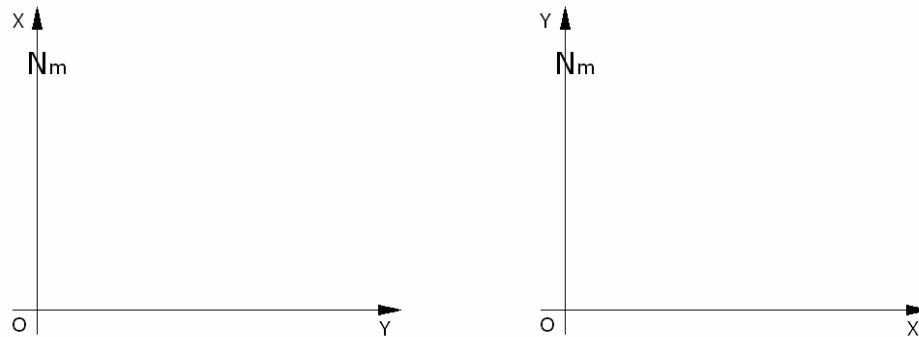


Fig. I.5 – Sistemul local de axe de coordonate rectangulare plane

I.5.2. Orientarea unei direcții de pe teren

În vederea cunoașterii expoziției versanților, a construcțiilor și a altor detalii ale terenului, față de punctele cardinale, se consideră **direcția nordului, ca direcție de referință**, în funcție de care se exprimă orientarea unei direcții.

Se consideră direcția dată de poziția planimetrică a punctelor $A (X_A, Y_A)$ și $B (X_B, Y_B)$, în sistemul de coordonate al proiecției Stereografice-1970.

Prin **punctul (A)** se trasează: imaginea plană a **meridianului geografic**, de poziție fixă (ANg); imaginea **meridianului magnetic**, de poziție variabilă în timp (ANm) și direcția **meridianului geografic origine** ($ANgo$), al polului proiecției stereografice-1970 dată de paralela (AX'), la axa absciselor (fig. I.6).

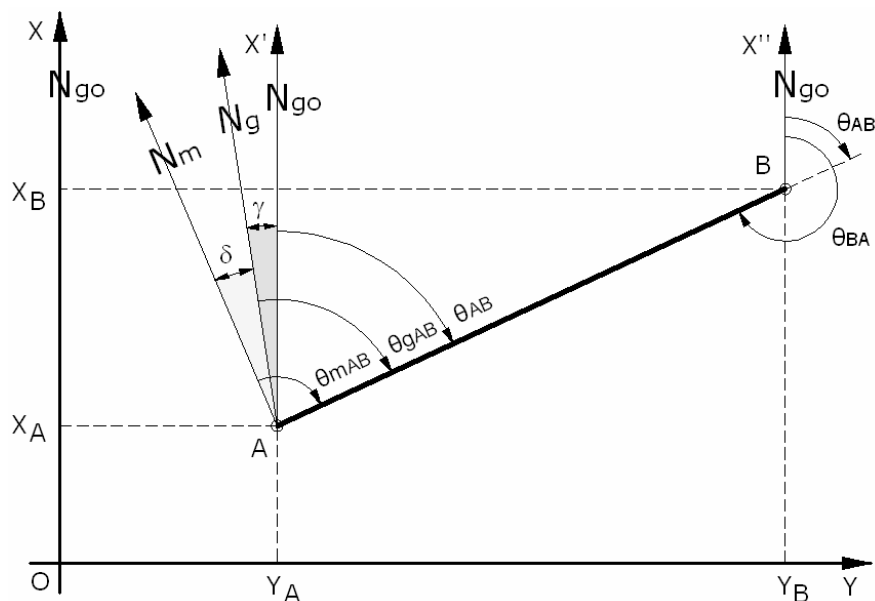


Fig. I.6 – Orientarea unei direcții orizontale de pe teren

În funcție de imaginile plane ale celor trei meridiane (ANg , ANm și $ANgo$), care trec prin **punctul A** se definesc următoarele **orientări ale direcției AB**.

- **Orientarea geografică (θ_{gAB})** este unghiul orizontal format de direcția meridianului geografic al punctului dat (ANg) cu direcția AB;
- **Orientarea magnetică (θ_{mAB})** este unghiul orizontal format de direcția meridianului magnetic al punctului dat (ANm) cu direcția AB;
- **Orientarea topografică AB (θ_{AB})** este unghiul orizontal format de paralela la meridianul geografic al polului proiecției stereografice – 1970 ($ANgo$) cu direcția AB, care se măsoară în sens direct, adică în sensul orar.

Trecerea de la o orientare la altă orientare se face în funcție de mărimea **unghiului de convergență a meridianelor (γ)** și a **unghiului de declinație magnetică (δ)** redată în figura I.6, care sunt definite după cum urmează:

- **Unghiul de convergență a meridianelor (γ)** în planul de proiecție este format de imaginea plană a meridianului punctului considerat (**ANg**), cu dreapta dusă prin acel punct (**AX'**), paralelă la proiecția meridianului punctului central/polul proiecției (**ANgo**), care reprezintă axa absciselor (**OX**) a sistemului de coordonate.

- **Unghiul de declinație magnetică (δ)** este format de meridianul magnetic (**ANm**) cu meridianul geografic (**ANg**) al punctului considerat (**A**).

Din punct de vedere practic, **orientarea topografică a direcției (θ_{AB})** se exprimă cu ajutorul următoarelor relații de calcul:

$$\theta_{AB} = \theta_{gAB} - \gamma \quad \text{sau} \quad \theta_{AB} = \theta_{mAB} - (\gamma + \delta), \text{ unde:}$$

θ_{AB} - orientarea topografică a direcției AB;

θ_{gAB} - orientarea geografică a direcției AB;

θ_{mAB} - orientarea magnetică a direcției AB;

În funcție de poziția direcției date, în unul din cele patru cadrane ale cercului topografic, valoarea **orientării direcției (θ_{AB})** poate lua valori pozitive de la 0° la 400° , în sistemul centesimal și de la 0^0 la 360^0 , în sistemul sexagesimal.

Pe lângă noțiunea de **orientare directă a unei direcții (θ_{AB})**, ce se măsoară în **sensul direct sau în sensul orar** de executare a măsurătorilor pe teren, se folosește și noțiunea de **orientare inversă a unei direcții (θ_{BA})**, dar măsurată în **sens invers**. Între cele două orientări (θ_{AB} și θ_{BA}), care diferă între ele cu o jumătate de cerc (**200° sau 180^0**), se poate scrie următoarea relație de legătură (fig. I.6):

$$\theta_{BA} = \theta_{AB} \pm 200^\circ \quad \text{sau} \quad \theta_{BA} = \theta_{AB} \pm 180^0$$

I.5.3. Calculul coordonatelor rectangulare plane

Orientarea unei direcții oarecare se calculează în funcție de coordonatele rectangulare (**X, Y**), în raport cu paralela trasată la proiecția în plan a meridianului geografic al punctului central al proiecției *stereografice* – 1970, care trece prin **originea sistemului de axe**. Pentru efectuarea operațiilor de calcul s-a înlocuit **cercul trigonometric** (fig. I.7.a) cu **cercul topografic** (fig. I.7.b).

În **cercul topografic**, originea de măsurare a orientărilor este dată de direcția nordului geografic a meridianului punctului central al proiecției *stereografice* – 1970, cu sensul de creștere a unghiurilor de la stânga la dreapta. Legile de bază ale trigonometriei plane sunt valabile și în cazul folosirii cercului topografic.

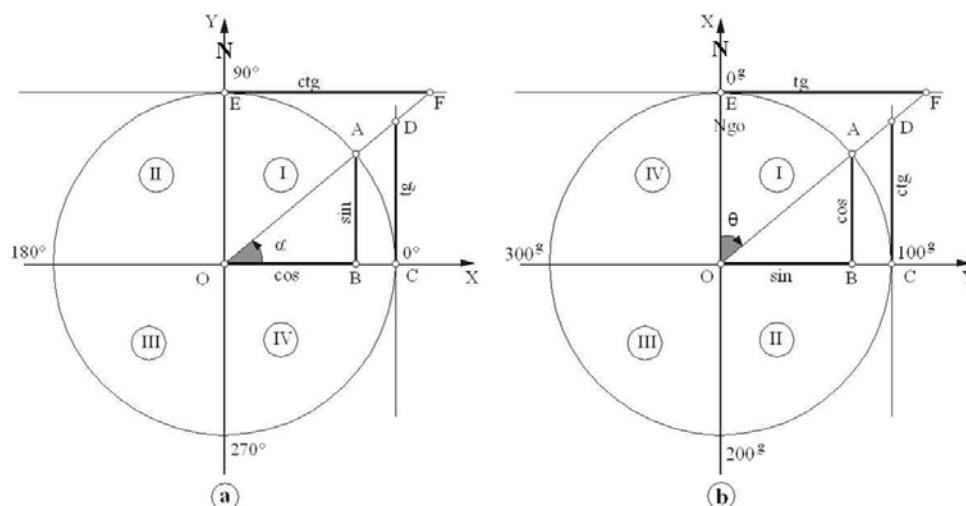


Fig. I.7 – Cercul trigonometric (a) și cercul topografic (b)

Pentru determinarea **poziției planimetrice a unui punct (B)**, se consideră cunoscute coordonatele rectangulare absolute ale **punctului (A)** și coordonatele plane polare ale **punctului B** (θ_{AB} și do_{AB}), în cadrul sistemului general de axe de coordonate al proiecției stereografice – 1970 (fig. I.8).

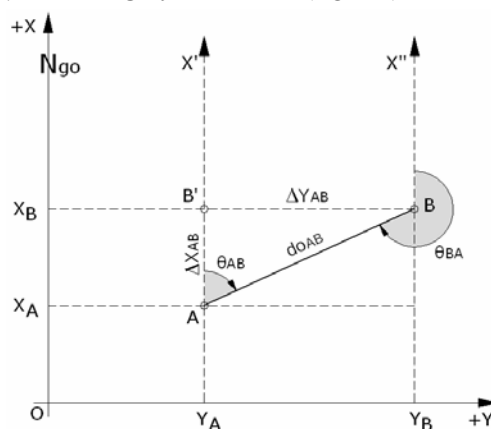


Fig. I.8 – Calculul coordonatelor rectangulare plane, în sistemul general de axe

- Se determină **coordonele rectangulare relative** ΔX_{AB} și ΔY_{AB} pe cale trigonometrică, cu ajutorul relațiilor rezultate din figura de mai sus:

$$\Delta X_{AB} = do_{AB} \cdot \cos \theta_{AB} \quad \text{și} \quad \Delta Y_{AB} = do_{AB} \cdot \sin \theta_{AB}$$

unde: do_{AB} - distanța redusă la orizont dintre punctele A și B;

θ_{AB} - orientarea topografică a direcției AB.

• Se exprimă **coordonatele rectangulare absolute ale punctului nou (B)**, în funcție de **coordonatele rectangulare ale punctului cunoscut (A)** și de **coordonatele relative (ΔX_{AB} și ΔY_{AB})**, care leagă cele două puncte:

$$X_B = X_A + \Delta X_{AB} \quad \text{și} \quad Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB}$$

Din punct de vedere practic, *coordonatele rectangulare relative* (ΔX și ΔY) au atât valori pozitive, cât și valori negative, funcție de mărimea orientării direcției considerate, care poate să fie situată în unul din cele patru cadrane. În topografie, această problemă mai este cunoscută și sub denumirea de “*problema directă*”.

I.5.4. Calculul coordonatelor polare plane

În operațiile topografice, se calculează și **coordonatele plane polare**, în funcție de coordonatele rectangulare absolute ale punctelor considerate, fiind cunoscută și sub denumirea de “*problema inversă*”.

a. Calculul orientării unei direcții

➤ Se consideră ca fiind cunoscute coordonatele rectangulare absolute ale punctelor **A** (X_A , Y_A) și **B** (X_B , Y_B), cu ajutorul cărora se calculează, mai întâi, coordonatele relative (ΔX_{AB} și ΔY_{AB}), cu relațiile:

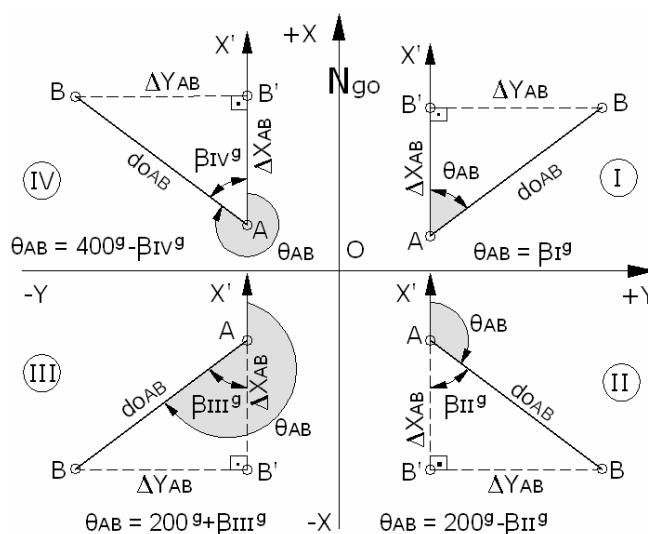
$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A \quad \text{și} \quad \Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A$$

➤ Se determină **orientarea direcției AB**, considerându-se triunghiul dreptunghic plan AB'B (fig. I.8.), de unde rezultă relațiile de calcul a funcției trigonometrice ($\text{tg}\theta_{AB}$) pentru cazul când ($\Delta Y < \Delta X$) și funcția trigonometrică ($\text{ctg}\theta_{AB}$), atunci când ($\Delta X < \Delta Y$), după cum urmează:

$$\text{tg}\theta_{AB} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \quad \text{sau} \quad \text{ctg}\theta_{AB} = \frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}} = \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A}$$

$$\text{de unde se obține: } \theta_{AB}^g = \arctg \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} \quad \text{și} \quad \theta_{AB}^g = \text{arcctg} \frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}.$$

➤ La extragerea din calculator a valorilor unghiulare (θ_{AB}^g), se determină, mai întâi, valoarea unghiului de calcul redus la primul cadran: β_I , β_{II} , β_{III} și β_{IV} , în funcție de situarea orientării direcției considerate, în unul din cele patru cadrane ale cercului topografic, din cadrul sistemului general de axe de coordonate rectangulare al proiecției *stereografice* – 1970 (fig. I.9).

Fig. I.9 – Calculul coordonatelor polare (θ , do), în sistemul general de axe

➤ **Calculul orientării unei direcții (θ_{AB})**, situată în unul din cele patru cadrane ale cercului topografic, redată în figura I.9 se determină în funcție de mărimea unghiului de calcul redus la primul cadran: β_I , β_{II} , β_{III} și β_{IV} , pe baza relațiilor de mai jos și din tabelul I.1.

- **cadranul I (NE)** (β_I) $\Rightarrow \theta_{AB} = \beta_I$;
- **cadranul II (SE)** (β_{II}) $\Rightarrow \theta_{AB} = 200^\circ - \beta_{II}$;
- **cadranul III (SV)** (β_{III}) $\Rightarrow \theta_{AB} = 200^\circ + \beta_{III}$;
- **cadranul IV (NV)** (β_{IV}) $\Rightarrow \theta_{AB} = 400^\circ - \beta_{IV}$.

Tabelul I.1

Stabilirea cadranelor topografice și calculul orientării unei direcții

Coordonate relative		Cadran topografic	Determinarea unghiului de calcul din cele patru cadrane ale cercului topografic		Orientarea direcției
ΔX	ΔY		$ \pm \Delta X > \pm \Delta Y $	$ \pm \Delta X < \pm \Delta Y $	
$+\Delta X$	$+\Delta Y$	I	$\beta_i = \arctg \pm \Delta Y / \pm \Delta X $ $i = I, II, III, IV$	$\beta_i = \text{arc ctg} \pm \Delta X / \pm \Delta Y $ $i = I, II, III, IV$	$\theta_{AB} = \beta_I$
$-\Delta X$	$+\Delta Y$	II			$\theta_{AB} = 200^\circ - \beta_{II}$
$-\Delta X$	$-\Delta Y$	III			$\theta_{AB} = 200^\circ + \beta_{III}$
$+\Delta X$	$-\Delta Y$	IV			$\theta_{AB} = 400^\circ - \beta_{IV}$

b. Calculul distanței orizontale

Pentru calculul distanței orizontale dintre cele două puncte de coordonate cunoscute $A(X_A, Y_A)$ și $B(X_B, Y_B)$, se aplică relațiile de mai jos:

$$do_{AB} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\sin \theta_{AB}} = \frac{\Delta X_{AB}}{\cos \theta_{AB}}.$$

Atunci când se calculează și **orientarea direcției** (θ_{AB}), se recomandă folosirea celor două formule de calcul deoarece egalitatea celor două rezultate (do_{AB}) reprezintă controlul de calcul al orientării. Dacă se cere numai calculul **distanței orizontale** (do_{AB}) se folosește următoarea formulă:

$$do_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2}.$$

I.6. SCĂRI TOPOGRAFICE

Lungimile măsurate pe terenurile înclinate și care sunt reduse la orizont se reprezintă pe un plan topografic prin reducerea lor la scară de un număr de ori.

Scara topografică este raportul constant dintre o distanță grafică măsurată pe plan sau pe hartă și corespondenta distanței orizontale din teren, ambele măriri fiind exprimate în aceeași unitate de măsură. Scările topografice se clasifică în două categorii distincte: **scări numerice** și **scări grafice**.

I.6.1. Scări numerice

Scara numerică se exprimă sub forma unei fracții ordinare ($1/N$) sau sub forma unei împărțiri ($1 : N$). La scările de micșorare folosite în topografie, numărătorul este întotdeauna egal cu o unitate, iar numitorul (N) este un număr întreg și pozitiv, care arată de câte ori distanțele orizontale din teren sunt mai mari decât distanțele grafice corespunzătoare de pe plan sau hartă. Cu alte cuvinte, numitorul scării (N) indică de câte ori s-au micșorat lungimile din teren pentru a fi transpuse pe plan sau hartă. Dacă numitorul scării (N) este mic, scara planului este mare și invers. Scările numerice folosite la redactarea planurilor și hărților topografice, sunt obținute pe baza următoarelor fracții ordinare:

$$\frac{1}{10^n}; \frac{1}{2 \times 10^n}; \frac{1}{2.5 \times 10^n}; \frac{1}{5 \times 10^n}, \text{ în care } n \text{ este un număr întreg și pozitiv.}$$

În **Ardeal, Banat** și **Bucovina** au fost folosite o serie de planuri topografice și cadastrale, întocmite la scările 1:1 440; 1:2 880; 1:7 200; fiind corespunzătoare diferitelor rapoarte dintre unitățile de măsură vechi ale lungimilor ce s-au folosit în aceste provincii înainte de anul 1918.

Planurile topografice și cadastrale de bază se întocmesc la scările numerice: **1 : 10 000; 1 : 5 000; 1 : 2 000**. Pentru proiectarea unor plantații viticole și pomicole, parcuri și/sau construcții agricole se întocmesc planuri de situație cu curbe de nivel, la scările numerice **1 : 1 000** și **1 : 500**.

Formula generală a scării este dată de proporția: $\frac{d}{D} = \frac{1}{N}$, în care:

d - distanța grafică de pe plan sau hartă;

D - distanța corespunzătoare de pe teren, redusă la orizont;

N - numitorul scării numerice.

În baza legii proporțiilor se poate calcula unul din termeni necunoscuți, dacă se cunosc ceilalți doi termeni, cu relațiile alăturate:

$$d = D / N, \quad D = d \times N, \quad N = D / d.$$

Exemplu (1): distanța măsurată pe teren (**D = 150 m**), se raportează pe un plan la scara **1 : 5 000**, prin distanța grafică: $d = (150m / 5m) \times 1mm = 30mm$.

Exemplu (2): distanța grafică (**d = 62 mm**), care s-a măsurat pe o hartă cadastrală la scara **1 : 50 000** se exprimă prin mărimea distanței orizontale corespunzătoare de pe teren, cu relația: $D = (62mm \times 50m) / 1mm = 3100m$.

I.6.2. Scări grafice

a. Scara grafică simplă fără talon se reprezintă sub forma unei linii divizate în intervale egale, numerotate în mod progresiv, începând de la zero și în sensul de la stânga la dreapta (fig. I.10).



Fig. I.10 – Scara grafică simplă fără talon

Valoarea unei diviziuni numită **baza scării**, corespunde cu mărimea acelei distanțe de pe teren, redusă la orizont. Se recomandă ca lungimea unui interval corespunzător bazei din teren, să se obțină prin împărțirea valorii de 10 cm la primele cifre ale numitorului scării (10; 5; 2,5 sau 2). Precizia scării grafice simple fără talon este redusă deoarece valorile mai mici decât baza scării sunt approximate.

b. Scara grafică simplă cu talon se construiește în funcție de scara numerică și de baza scării, la care în stânga originii, se reprezintă **talonul**, adică o bază a scării împărțită într-un număr de diviziuni egale, iar în dreapta originii se reprezintă scara grafică simplă corespunzătoare bazei numerice.

Exemplu: Pentru construcția unei scări grafice simple cu talon se consideră scara **1:5000**, cu baza grafică de **2 cm** și baza din teren de **100 m**.

Lungimea scării grafice simple de **12 cm** se împarte în șase diviziuni egale de câte **2 cm**, iar diviziunea din stânga **originii zero** se împarte în **10 diviziuni de câte 2 mm**, care poartă denumirea de **talonul scării grafice** (fig. I.11).

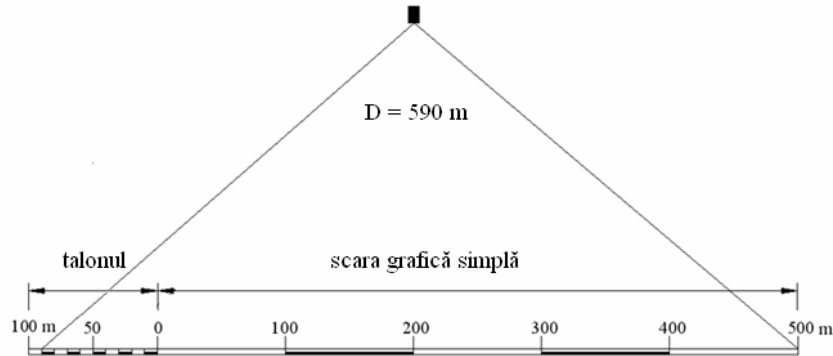


Fig. I.11 – Scara grafică simplă cu talon

Pentru **determinarea unei distanțe grafice dintre două puncte**, de pe un plan, la scara **1 : 5 000**, se folosește un distanțier, cu ajutorul căruia se cuprinde între brațele acestuia distanța dată. Un braț al distanțierului s-a fixat pe diviziunea **500 m a bazei scării**, iar celălalt braț a intersectat diviziunea de **90 m a talonului scării**, care a condus la obținerea unei distanțe orizontale de **590 m** (fig. I.11).

Precizia scării grafice simple cu talon este dată de relația: $P = M/t$, în care: **P** – precizia, în m; **M** - talonul, în m; **t** - numărul diviziunilor talonului.

I.7. HĂRȚI ȘI PLANURI TOPOGRAFICE

Hărțile și planurile topografice sunt reprezentări grafice convenționale, pe care se prezintă elementele de planimetrie și de relief ale suprafeței terestre.

I.7.1. Definiții și caracteristici ale hărților și planurilor

- **Harta topografică** este reprezentarea grafică convențională a unei suprafețe terestre mari, la care se ține seama de forma curbă a Pământului, pe baza folosirii unei proiecții cartografice.

Hărțile redau în mod generalizat detaliile planimetrice și nivelitice ale suprafeței topografice, prin diferite semne convenționale. **Scările de bază** ale hărților topografice sunt: **1:25 000; 1:50 000; 1:100 000; 1:200 000; 1:500 000 și 1:1 000 000**, la care se adăugă și planurile directe, la scara **1 : 20 000**.

- **Planul topografic** este reprezentarea grafică convențională a unei suprafețe mai restrânse, care se întocmește la **scări mai mari sau egale cu 1 : 10 000**, unde proiectarea punctelor de pe suprafața terestră se face ortogonal, iar efectul de curbură al Pământului se neglijează.

Pe planurile întocmite la scările: **1 : 10 000; 1 : 5 000; 1 : 2 000; 1 : 1 000** și **1 : 500** se reprezintă în mod fidel forma elementelor de planimetrie și de relief.

I.7.2. Clasificarea hărților și planurilor topografice

În funcție de scara numerică a reprezentării grafice a unei suprafețe de teren se disting următoarele categorii de documente cartografice și topografice.

Hărți la scări mici, ($\leq 1 : 1\,000\,000$).

Hărți la scări medii, ($1 : 50\,000; 1 : 100\,000; 1 : 200\,000$ și $1 : 500\,000$).

Hărți la scări mari, ($1 : 25\,000$ și $1 : 20\,000$).

Planuri topografice de bază, la scările $1 : 10\,000; 1 : 5\,000$ și $1 : 2\,000$.

Planuri de situație, la scările $1 : 2\,000$ sau $1 : 1\,000$.

Planuri urbane, la scările $1 : 1\,000$ și $1 : 500$.

Planuri de detaliu, la scările $1 : 200; 1 : 100$ și $1 : 50$.

I.8. NOȚIUNI ASUPRA MĂSURĂRILOR ȘI ERORILOR

Operația de măsurare reprezintă un proces experimental de obținere a unei informații sub forma unui **raport numeric** dintre valoarea mărimii fizice măsurate, denumită “**măsurand**” (**Q**) sau (**M**) și valoarea unei alte mărimi (**q**) sau (**m**), considerată drept **unitate de măsură**, fiind dată de relația: $n = \frac{Q}{q}$ sau $n = \frac{M}{m}$.

I.8.1. Clasificarea generală a măsurărilor topografice

➤ În funcție de **modul de prezentare a măsurărilor** efectuate asupra unei mărimi, se deosebesc următoarele trei categorii de măsurări și anume:

- **Măsurări directe**, în cazul când mărimea fizică măsurată (lungime, suprafață), se compară direct cu unitatea de măsură;

- **Măsurări indirecte**, în cazul când măsurătorile efectuate contribuie la determinarea altor mărimi, care nu se măsoară direct, fiind legate de cele măsurate direct prin relații matematice;

- **Măsurări condiționate**, reprezintă măsurătorile directe legate prin anumite relații de condiție. **De exemplu**, suma unghiurilor măsurate direct într-un triunghi plan trebuie să fie egală cu 200^g sau 180^0 .

➤ În funcție de **condițiile de executare a măsurătorilor** se disting:

- **Măsurări de aceeași precizie**, în cazul când măsurătorile sunt efectuate de același operator, care utilizează aceleași instrumente și metode în aceleași condiții de mediu, fiind considerate de aceeași încredere.

- **Măsurări de precizie diferită** sunt atunci când unul din factorii de mai sus diferă, iar în acest caz rezultatele nu se mai bucură de aceeași încredere.

1.8.2. Definiții și clasificarea erorilor în topografie

a. Definiții generale

- Prin **eroare** se înțelege, **diferența algebrică**, pozitivă sau negativă, dintre valoarea unei mărimi rezultate din măsurare și o valoare de referință, de precizie superioară primei valori.

- Prin **eroare adevărată**, se înțelege **eroarea**, la care valoarea de referință este mărimea adevărată, care reprezintă o noțiune teoretică.

În **practica măsurărilor**, se obține, în mod obișnuit, o valoare apropiată de valoarea adevărată a unei mărimi, iar gradul de apropiere dintre acestea exprimă **precizia măsurării**. În locul **valorii adevărate** a unei mărimi s-a introdus noțiunea de **valoare cea mai probabilă**, fiind considerată valoarea mărimii pentru care suma pătratelor este minimă. Deoarece eroarea adevărată reprezintă o noțiune teoretică, s-a înlocuit cu eroarea aparentă sau reziduală.

Pentru **exemplificare**, se consideră că, asupra unei mărimi s-au executat “**n**” **măsurări directe** de aceeași precizie și s-a obținut următorul șir de valori individuale: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$.

Din **punct de vedere teoretic**, nu se cunoaște mărimea adevărată, dar se poate determina **valoarea cea mai probabilă** a acestei mărimi, adică **media aritmetică** a șirului de valori individuale:

$$\overline{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{[x_i]}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

În funcție de valoarea cea mai probabilă ($\overline{X}$), se calculează **erorile aparente** $v_1, v_2, \dots, v_n$, cu ajutorul relațiilor:

$$\pm v_1 = (x_1 - \overline{X})$$

$$\pm v_2 = (x_2 - \overline{X})$$

.....

$$\pm v_n = (x_n - \overline{X})$$

- **Eroarea aparentă** este diferența algebrică dintre valoarea unei mărimi rezultate din procesul de măsurare și valoarea cea mai probabilă a acelei mărimi.
- **Ecartul (Δ)** este diferența dintre două valori oarecare din șirul de măsurători: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, efectuate asupra aceleași mărimi.
- **Ecartul maxim ($\Delta_{\max}$)** reprezintă diferența dintre valoarea maximă și valoarea minimă a șirului de valori obținute: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$.
- **Toleranța (T)** este **ecartul maxim admisibil** pentru o eroare, fiind stabilit prin normele tehnice de execuție a măsurătorilor topografice.
- **Corecția totală (C)** reprezintă mărimea egală și de semn contrar, în raport cu eroarea de măsurare ($C = -E$).

b. Clasificarea erorilor de măsurare

➤ **După mărime**, erorile se clasifică în următoarele trei categorii:

- **Erori grosolane (greșeli)** sunt erorile care depășesc mărimea toleranței ($\Delta > T$ și $\Delta_{\max} > T$), care denaturează rezultatele măsurării, fiind eliminate din calculul valorii celei mai probabile, iar uneori prin repetarea măsurătorilor.
- **Erori sistematice** sunt erorile de valori mici cu acțiune unilaterală și efect cumulatoriu ($\Delta \leq T$ și $\Delta_{\max} \leq T$). Din punct de vedere practic, se cunoaște efectul erorilor sistematice asupra măsurărilor care se elimină prin corecțiile ce se aplică sau prin adoptarea unor metode speciale.
- **Erori aleatorii sau aparente** sunt erorile de valori mici și semne diferite, care se produc datorită unor cauze întâmplătoare și care nu pot fi eliminate decât parțial, prin perfecționarea aparatelor și a metodelor folosite.

➤ **După modul de exprimare matematică**, se deosebesc:

- **Eroarea absolută (E)** sau eroarea propriu-zisă, fiind dată de diferența algebrică dintre valoarea unei măsurări (x_i) a șirului de date: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ și valoarea cea mai probabilă ($\bar{X}$), dată de relația: $\pm E_i = (x_i - \bar{X})$.
- **Eroarea relativă (E_r)** este raportul dintre **eroarea absolută (E)** și valoarea cea mai probabilă a mărimii ($\bar{X}$), stabilită de relația: $E_r = \frac{E}{\bar{X}}$.
- **Eroarea raportată (E_R)** reprezintă raportul dintre eroarea absolută (E) și o anumită valoare stabilită prin diferite specificații, din care, se menționează: intervalul de măsurare și/sau limita superioară a intervalului.

• Teste de autoevaluare U.I. I

1. Enumerați și descrieți principalele ramuri ale măsurătorilor terestre.
2. Ce este topografia?
3. Care sunt unitățile de măsură pentru lungimi, suprafețe și unghiuri?
4. Care sunt elementele topografice ale terenului?
5. Definiți elementele liniare și unghiulare măsurate pe teren.
6. Prezentați sistemul general și local de axe de coordonate rectangulare plane.
7. Definiți cercul trigonometric și cercul topografic.
8. Exprimați orientarea unei direcții de pe teren.
9. Care sunt operațiile de calcul ale coordonatelor rectangulare absolute?
10. Care sunt operațiile de calcul ale coordonatelor polare?
11. Care este formula generală a scării numerice?
12. Ce este scara grafică simplă cu talon?
13. Enumerați principalele caracteristici ale hărților și planurilor topografice.
14. Care sunt erorile de măsurare în ridicările topografice?

• Lucrare de verificare U.I. I

Calculul coordonatelor rectangulare plane (X, Y), în funcție de coordonatele polare plane (θ , d_0) și invers, în sistemul general de axe al teritoriului României.

• Rezumatul U.I. I

Noțiunile fundamentale ale disciplinei de topografie înglobează toate principiile teoretice care sunt folosite în procesul de măsurare, de calcul și de reprezentare grafică a unei suprafețe de teren pe planuri și hărți topografice, într-o anumită proiecție cartografică și la o scară numerică.

• Bibliografie U.I. I

- Boș N., Iacobescu O.**, *Topografie modernă*, Editura C.H. Beck, București, 2007
- Leu I. N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciolac Valeria, Ciotlăuș Ana, Negoescu I.**, *Topografie generală și aplicată – Cadastru*, Editura Universul, București, 2003
- Moca V.**, *Topografie și desen tehnic - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură și Facultatea de Horticultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași, 2001
- Russu A., Boș N., Kiss A.**, *Topografie-geodezie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982

U.I. II

INSTRUMENTE ȘI APARATE TOPOGRAFICE

● Cuprins U.I. II

II.1. Generalități

II.2. Marcarea și semnalizarea punctelor

II.2.1. Marcarea pe teren a punctelor topografice

II.2.1.1. Marcarea provizorie sau temporară

II.2.1.2. Marcarea permanentă sau definitivă

II.2.2. Semnalizarea punctelor topografice

II.2.2.1. Semnalizarea provizorie sau temporară

II.2.2.2. Semnalizarea permanentă sau definitivă

II.3. Măsurarea distanțelor

II.3.1. Alinamente. Jalonarea aliniamentelor

II.3.2. Instrumente clasice pentru măsurarea directă a distanțelor

II.3.2.1. Instrumente expeditiv de precizie mică

II.3.2.2. Instrumente de precizie medie

II.3.2.3. Instrumente de precizie mare

II.3.3. Tehnica de măsurare directă a distanțelor cu panglica de oțel

II.3.4. Instrumente de măsurare a distanțelor prin unde

II.4. Măsurarea unghiurilor

II.4.1. Instrumente și aparate pentru măsurarea unghiurilor

II.4.2. Părțile componente ale teodolitelor-tahimetre clasice

II.4.2.1. Principalele părți componente ale teodolitului-tahimetru clasic

II.4.2.2. Principalele părți componente ale teodolitelor-tahimetre optice

II.4.3. Axele și mișcările unui teodolit-tahimetru de tip clasic

II.4.4. Dispozitive de citire ale unghiurilor

II.4.5. Așezarea teodolitului-tahimetru în punctul de stație

II.4.6. Punerea la punct a lunetei și vizarea semnalelor topografice

II.4.7. Metode de măsurare a unghiurilor

II.4.8. Măsurarea unui unghi orizontal, izolat, prin metoda simplă

II.4.9. Măsurarea unui unghi vertical zenital

II.4.10. Precizia măsurării unghiurilor

• Obiective U.I. II

- Însușirea noțiunii de aliniament și a modului de trasare a aliniamentelor;
- Cunoașterea metodelor și a tehnicilor de măsurare a distanțelor;
- Utilizarea metodelor de măsurare a unghiurilor orizontale și verticale;
- Atingerea deprinderilor practice de măsurare pe teren a unghiurilor;
- Sesizarea diferențelor dintre modul de măsurare a unghiurilor orizontale și, respectiv, a unghiurilor verticale de pantă și/sau zenitale.

II.1. GENERALITĂȚI

Planimetria reprezintă partea topografiei care se ocupă cu studiul aparatelor, instrumentelor și a metodelor folosite pentru determinarea poziției în plan a punctelor caracteristice ale detaliilor de pe suprafața terestră.

Din punct de vedere principal, ridicarea în plan a *punctelor de detaliu* trebuie să se sprijine pe o rețea de puncte vechi, denumită *rețeaua națională de triangulație geodezică clasică și satelitară*. Uneori, s-a folosit, în lipsa acestora o *rețea de triangulație topografică locală*, pentru suprafețe relativ mici.

Punctele vechi din rețeaua geodezică de sprijin și cele noi determinate prin alte metode topografice, se folosesc și pentru ridicarea altor puncte. Orice operație de măsurare trebuie să facă legătura dintre punctele vechi și punctele noi care urmează să fie determinate. Deoarece planul topografic este o proiecție ortogonală, distanțele măsurate pe terenuri înclinate trebuie să fie reduse la orizont.

II.2. MARCAREA ȘI SEMNALIZAREA PUNCTELOR

Toate punctele rețelei geodezice de sprijin și de ridicare, precum și cele noi de îndesire trebuie să fie marcate și semnalizate. Pe baza acestor puncte urmează să fie efectuate toate măsurătorile necesare pentru ridicarea detaliilor topografice.

II.2.1. Marcarea pe teren a punctelor topografice

*Prin operația de **marcare a punctelor** se înțelege materializarea lor pe teren, în vederea determinării poziției lor planimetrice și a stabilirii legăturii dintre planul topografic și terenul măsurat.* Punctele topografice se marchează în mod provizoriu sau definitiv, în funcție de natura și importanța rețelei de sprijin.

II.2.1.1. Marcarea provizorie sau temporară

Se aplică în cazul punctelor de drumuire planimetrică care se execută în extravilane și în intravilane. Dintre mijloacele de marcă provizorie se menționează: **țărnuși din lemn, picheți din fier, buloane și țevi metalice.**

Țărușii din lemn, din esență tare, (*stejar, carpen, ulm*), sunt confecționați cu lungimea de 20 – 40 cm, secțiunea rotundă ($\varnothing = 5 \div 8$ cm) sau pătrată.

Capătul inferior este ascuțit, iar la capătul superior este fixat un cui care reprezintă punctul matematic al reperului cu un marcaj provizoriu. (fig. II.1).

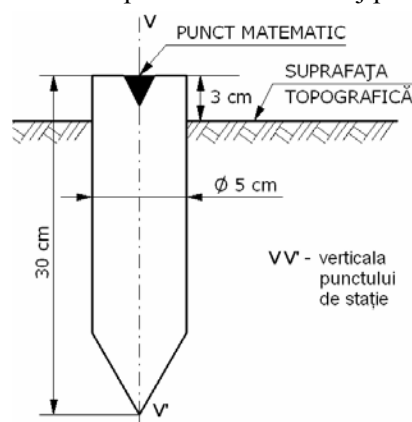


Fig. II.1 – Marcarea punctelor prin țăruș din lemn

II.2.1.2. Marcarea permanentă sau definitivă

Pentru marcarea permanentă a punctelor rețelei geodezice și/sau a punctelor GPS se folosesc următoarele mijloace: **borne din beton armat**, sub formă de trunchi de piramidă cu secțiune pătrată; **buloane din metal**, ascuțite la un capăt și cu o calotă sferică la celălalt capăt pe care se materializează punctul matematic.

Prin **Standardul Român (SR 3446-1/1996)** a fost reglementate următoarele **tipuri de borne**: bornă pilastru de trei mărimi; bornă de tip mare cu dimensiunile de **20 x 30 x 90 cm** și de **15 x 20 x 70 cm**; bornă de tip mijlociu de două mărimi; bornă mică de două mărimi și bornă pylon.

Operația de bornare care constituie o *marcare permanentă* constă din instalarea *bornei de subsol*, de forma unei cărămizi sau a unei dale din beton pe care se gravează reperul matematic și *borna de suprafață*. La bornarea punctelor trebuie să fie îndeplinite o serie de condiții ale operației de marcarea:

- *axa de simetrie a bornei și a dalei din subsol* trebuie să coincidă cu verticala punctului matematic de stație (VV') dată de firul cu plumb;
- *instalarea bornei de suprafață cu punctul matematic al bulonului pe verticala bornei de la subsol*, se face cu două sfori care se întind între patru țăruși și un fir cu plumb, cu o abatere de până la ± 1 cm;
- *între borna de subsol și borna de suprafață se așează un strat semnalizator*, de 15-20 cm, din cărămidă sfărâmată sau zgură (fig. II.2).

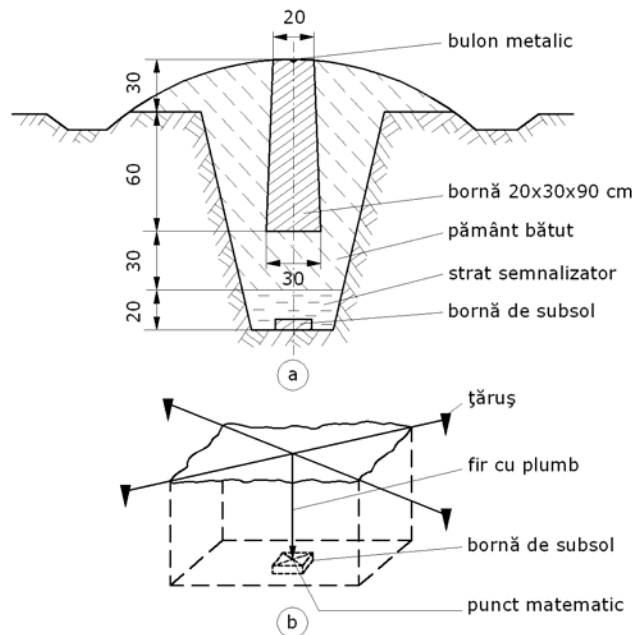


Fig. II.2 – Bornarea punctelor topografice

Fiecare punct bornat la sol cuprinde **descrierea topografică** a poziției planimetrice și întocmirea unei **schite de reperaj**, care să permită identificarea ulterioară a acestuia. Dintre datele înscrise în fișa punctului bornat se menționează: *numărul punctului și locul unde se amplasează, coordonatele (X,Y,Z), modul de marcarea, descrierea amplasamentului, schița de reperare, data materializării și executantul cu semnătura oficială.*

II.2.2. Semnalizarea punctelor topografice

Prin *operația de semnalizare* se asigură identificarea și vizarea de la distanță a verticalei punctului matematic, marcat la sol. Semnalizarea este necesară atât pentru desfășurarea propriu-zisă a măsurărilor de teren, cât și pentru trasarea poziției în plan și pe verticală a punctelor specifice ale proiectelor tehnice.

II.2.2.1. Semnalizarea provizorie sau temporară

În ridicările topografice clasice și moderne sunt folosite o serie de semnale portabile pentru semnalizarea temporară a punctelor de drumuire și de radiere, pe o durată relativ scurtă de timp, fiind prezentate cele mai cunoscute.

- **Jalonul** este confecționat din lemn ușor (**brad, molid sau tei**), cu lungimea corpului de 2 m, grosimea de 3-4 cm cu secțiunea transversală în formă de octogon, hexagon și de triunghi echilateral (**STAS 3371/1/90**).

Jalonul este prevăzut la un capăt cu un **sabot metalic** care asigură fixarea corpului jalonului prin apăsare în teren. În cazul măsurătorilor din localități verticalizarea jalonului se face cu ajutorul unor trepiede metalice sau acesta este ținut în poziție verticală pe punctul topografic de către un operator. Vizibilitatea jalonului de la distanță este asigurată de cele două culori alternative (*roșu și alb*), pe segmente cu lungimea de câte 20 cm (fig. II.3.a).

- **Mira topografică din lemn, rigidă sau pliabilă cu lungimea nominală de 2m, 3m și 4m** (STAS 3618-88) este utilizată, ca semnal portabil, în vederea efectuării diferitelor lucrări de tahimetrie și de nivelment geometric (fig. II.3.b).

- **Reflectorul cu prismă sau panoul cu prisme** este folosit, ca semnal portabil, în cazul măsurătorilor executate cu **stațiile totale**, în vederea vizării poziției punctului și a retransmiterii spre aparat a radiațiilor emise (fig. II.3.c).

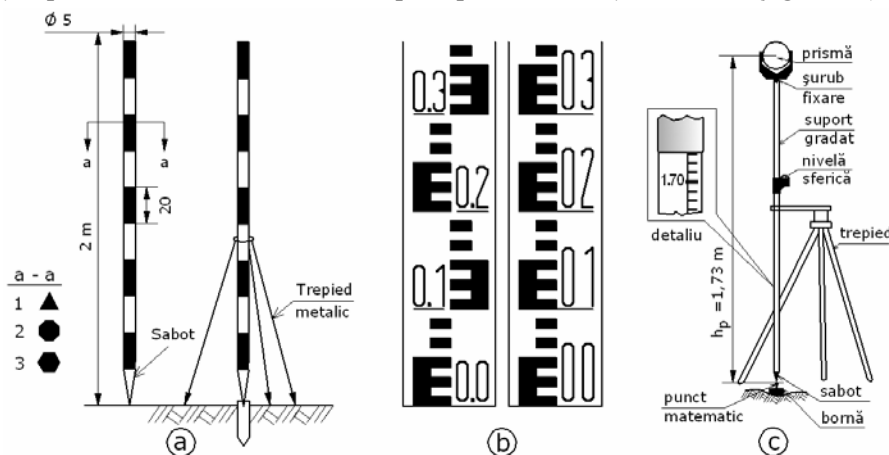


Fig. II.3 – Jalonul topografic (a), mira topografică (b) și reflectorul cu prismă (c)

II.2.2.2. Semnalizarea permanentă sau definitivă

Punctele de triangulație care formează **rețeaua geodezică națională** au fost semnalizate în vederea executării măsurătorilor cu diferite **semnale metalice și de lemn** de diferite tipuri, conform normelor SR 3330.

Semnalele metalice cu caracter permanent au fost confecționate sub următoarele denumiri și variante constructive: *balize instalate la sol*, *balize instalate pe clădiri*, *balize ancorate pe construcții*.

Semnalele de lemn au fost executate sub formă de *balize* cu următoarele dimensiuni: înălțimea de 5,0 m; 6,0 m; și 7,0 m, fiind prevăzute cu semnale de vizare în funcție de ordinul punctului de triangulație. *Piramidele de lemn fără poduri* alcătuite din piramida semnal și piramida pilastru cu trei sau patru picioare.

II.3. MĂSURAREA DISTANȚELOR

Distanța dintre două puncte se poate măsura atât în mod direct cu instrumente clasice, cât și indirect pe cale optică și prin unde. La măsurarea directă a distanțelor trebuie să fie îndeplinite condițiile de accesibilitate și de vizibilitate între cele două capete ale unui aliniament.

II.3.1. Aliniamente. Jalonarea aliniamentelor

Prin **aliniament** se înțelege un **segment de dreaptă** materializat pe teren care rezultă din intersecția suprafeței topografice cu un plan vertical ce trece prin cele două puncte de capăt.

➤ În **plan vertical**, aliniamentul se reprezintă, printr-o **linie sinuoasă**, prin care se evidențiază forma reliefului terenului pe o anumită direcție.

- **Linie frântă**, cu tronsoane de diferite pante (fig. II.4.a);
- **Linie înclinată**, cu pantă continuă și relativ uniformă (fig. II.4.b);
- **Linie orizontală**, în condițiile terenului relativ plan (fig. II.4.c).

➤ În **plan orizontal**, aliniamentul se reprezintă printr-o **linie dreaptă**, egală cu proiecția ortogonală a liniei cuprinse între cele două capete din planul vertical.

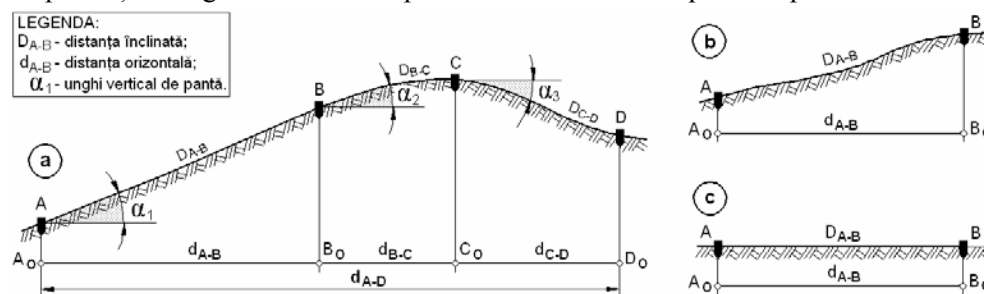


Fig. II.4 – Aliniamente cu pante diferite (a), cu pantă uniformă (b) și pe teren plan (c)

Prin **operația de jalonare** se înțelege fixarea de **jaloane intermediare**, care să fie situate în **planul vertical** ce trece prin cele două extremități A și B ale unui aliniament, materializate pe teren prin țărushi sau borne.

Jalonarea propriu – zisă constă din fixarea **jaloanelor intermediare (1, 2, 3, ...)**, la distanțe aproximativ egale între ele. Operația începe din **capătul îndepărtat (B)** spre **capătul apropiat (A)**. Operatorul din **punctul A** vizează pe **direcția dată de tangenta** la cele două jaloane din capetele **A și B** și verifică alinierea acestora.

În punctele intermediare **(1, 2, 3, ...)**, se fixează jaloane în poziție verticală, pe baza semnalizării efectuate de către operatorul din punctul **A** pe direcția **aliniamentului A-B**, de către ajutorul de operator (fig. II.5.).

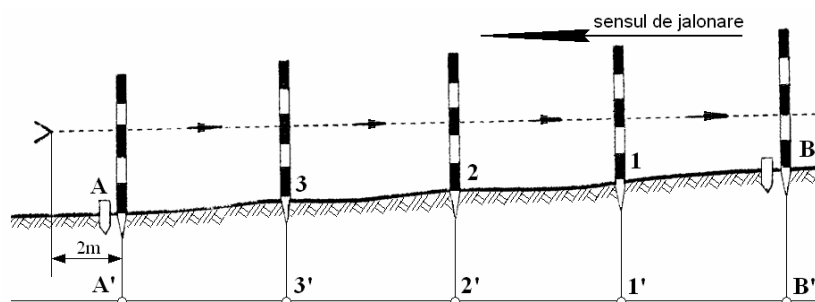


Fig. II.5 – Jalonarea unui aliniament cu pantă continuă și uniformă

În funcție de lungimea aliniamentului, de relieful terenului și de precizia materializării unei direcții, jalonarea propriu – zisă se poate face în mod aproximativ cu ochiul liber sau cu ajutorul unui binoclu, iar în mod precis cu ajutorul teodolitelor clasice și/sau moderne. Dintre cele mai întâlnite cazuri posibile de jalonare ale aliniamentelor sunt menționate cele mai reprezentative.

- *Prelungirea unui aliniament, în exteriorul celor două puncte de capăt;*
- *Jalonarea unui aliniament dintre două puncte inaccesibile, dar cu vizibilitate reciprocă între cele două extremități;*
- *Jalonarea unui aliniament peste o formă pozitivă a reliefului terenului (movilă), dar fără vizibilitate reciprocă între cele două extremități;*
- *Jalonarea unui aliniament peste o vale adâncă sau peste o râpă / ravenă;*
- *Stabilirea pe teren a punctului de intersecție a două aliniamente.*

II.3.2. Instrumente clasice pentru măsurarea directă a distanțelor

Pentru măsurarea directă a distanțelor au fost folosite de-a lungul timpului, o mare varietate de instrumente și metode. În funcție de precizia de măsurare a distanțelor pe cale directă au fost stabilite următoarele grupe: *instrumente expeditiv de precizie mică; instrumente de precizie medie, instrumente de precizie mare*, utilizate în măsurătorile topografice și geodezice clasice.

II.3.2.1. Instrumente expeditiv de precizie mică

În această grupă sunt incluse, o serie de instrumente caracterizate printr-o precizie redusă, care este de până la $\pm 5\%$ din distanța reală măsurată pe teren.

Cele mai cunoscute instrumente expeditiv sunt următoarele: *pasul omenesc*; *compasul de lemn* cu deschiderea la bază de 2 m; *roata* care contorizează numărul de ture parcurse între două puncte de pe teren, cu un dispozitiv integrator mecanic sau electronic; *lanțul cu zale* cu lungimea de 10 sau 20 m; *ruleta de pânză armată* cu fire metalice cu lungimea de 5, 10 și 20 m.

II.3.2.2. Instrumente de precizie medie

În această grupă a instrumentelor de măsurare directă a distanței sunt incluse *benzile din oțeluri speciale* sau *din fibră de sticlă*, confecționate sub diferite forme și dimensiuni: **rulete de oțel**, cu lungimea de 2; 5; 10; 20 și 30 m; **panglici de oțel**, cu lungimea de 20; 25 și 50 m; **fire de oțel**, cu lungimea de 100 m.

Precizia obținută la măsurarea directă a distanțelor cu aceste instrumente este de $\pm (1-3\text{ cm}) / 100 \text{ m}$, pe terenuri relativ plane.

- **Ruleta de oțel**, protejată de o carcasă, cu gradația zero marcată la capătul benzii este divizată în metri, decimetri, centimetri și uneori în milimetri.

- **Panglica de oțel** înfășurată pe un suport-cadru metalic este o bandă cu lungimea de 20; 25 și 50 m, lățimea de 10-20 mm și grosimea de 0,2-0,6 mm, prevăzută la ambele capete cu inele ce servesc la întinderea instrumentului pe un aliniament. Reperele extreme pentru **gradația zero și gradația 50 m** sunt marcate la capătul benzii, fie pe cele două inele de întindere, fie direct pe panglica de oțel.

Diviziunile panglicii de oțel sunt marcate din 10 în 10 cm prin **mici orificii**; jumătățile de metru prin **nituri**; iar metrii prin **plăcuțe pătrate sau circulare**, din alamă. Numerotarea diviziunilor este realizată în ambele sensuri sau într-un singur sens al benzii de oțel. Pe unele instrumente, *diviziunile din 5 în 5 m* sunt marcate prin plăcuțe mai mari sau de formă elipsoidală.

- **Trusa cu instrumentele de măsurare directă a distanțelor** cuprinde pe lângă panglica de oțel de 50 m și o serie de anexe.

- **Fișele metalice (vergele)** în număr de 11 bucăți, confecționate din sârmă de oțel cu lungimea de 20-30 cm și grosimea de 5-6 mm, formează cu cele două inele o trusă, care este utilizată la marcarea pe teren a lungimii panglicii de oțel.

- **Întinzătoare (bastoane)** sunt confecționate din lemn sau din fier cu lungimea de 1,00 – 1,20 m și o grosime convenabilă, fiind prevăzute cu un capăt ascuțit care se introduce în inelele panglicii de oțel. Cu cele două întinzătoare servesc la întinderea instrumentului pe direcția de măsurare, cu valoarea tensiunii de etalonare a panglicii de oțel de 50 m.

- **Dinamometrul** este utilizat în cazul măsurătorilor de precizie care asigură verificarea pe teren a tensiunii de etalonare, cu valoarea de 10 Newtoni.

- **Termometrul** se folosește în cazul unor măsurători considerate de înaltă precizie, în vederea cunoașterii în mod riguros a temperaturii la nivelul solului, în raport cu temperatura nominală de etalonare de $+20^{\circ}\text{C}$.

- **Firul cu plumb** servește la verticalizarea pe teren a jaloanelor și, respectiv, a fișelor metalice folosite în procesul de măsurare.

II.3.2.3. Instrumente de precizie mare

Firul de invar este confecționat dintr-un aliaj format din oțel (64%) și nichel (36%), având un coeficient de dilatare neglijabil. Lungimea firului de invar este în mod obișnuit de **24 m și / sau de 48 m**, fiind prevăzut la ambele capete cu câte o rigletă gradată în milimetri, care din punct de vedere practic asigură o precizie de măsurare a distanțelor de $\pm 1 \text{ mm} / 1000 \text{ m}$.

II.3.3. Tehnica de măsurare directă a distanțelor cu panglica de oțel

Pentru măsurarea pe cale directă a distanțelor trebuie ca, în prealabil, să fie asigurate toate condițiile necesare de vizibilitate și accesibilitate pe lungimea traseului aliniamentului considerat. În acest scop se efectuează curățirea traseului aliniamentului de eventuale obstacole (vegetație, pietre și altele), apoi se efectuează marcarea și semnalizarea celor două extremități. Uneori se efectuează atât jalonarea aliniamentului considerat, cât și la pichetarea acestuia cu țărushi.

Măsurarea pe cale directă a distanțelor se execută de către o echipă formată din 2–4 operatori, care execută următoarele operații de teren necesare pentru determinarea lungimii unui aliniament A-B (fig. II.6).

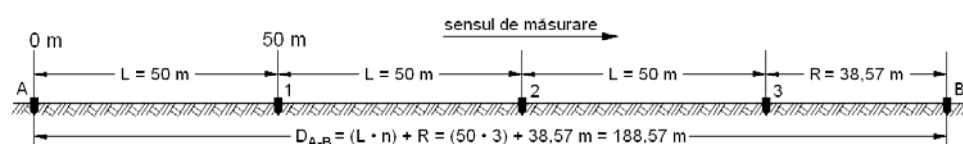


Fig. II.6 – Măsurarea lungimii unui aliniament, pe teren orizontal

- Se desfășoară panglica de oțel de 50 m pe direcția aliniamentului A-B în *sensul de măsurare considerat direct, de la punctul A, la punctul B*;
- Se introduc întinzătoare în cele două inele de capăt ale panglicii de oțel de 50 m, care este desfășurată pe direcția aliniamentului A-B;
- Operatorul din punctul A, considerat *operatorul din urmă* față de sensul de măsurare (A-B), fixează reperul zero al panglicii pe *verticala punctului de plecare (A)*, care este marcat la sol printr-un țărush sau printr-o bornă;
- Se dirijează operatorul în *sensul înainte* față de direcția de măsurare (A-B) și se efectuează alinierea cât mai exactă a panglicii de oțel de 50 m, pe direcția aliniamentului dat, care urmează să fie măsurat;
- Se întinde panglica de oțel pe aliniamentul considerat (A-B), cu o tensiune de 10 Newtoni, iar operatorul respectiv considerat în *sensul înainte*, fixează pe verticala reperului panglicii de 50 m, *o fișă metalică în punctul 1*;

- Se deplasează echipa de măsurare pe direcția traseului aliniamentului dat până când *operatorul din urmă* ajunge la *fișa metalică din punctul 1*;

- Se repetă în mod identic fazele de măsurare între *punctele intermediare 1 și 2*, iar la finalizarea acestora *se scoate fișa metalică din punctul 1 de către operatorul din urmă, pe care o fixează pe un inel metalic*;

- Se repetă în același mod, operațiile de măsurare între *punctele intermediare 2 și 3*, funcție de lungimea aliniamentului, până când de la *ultimul punct considerat (3)* și până la *punctul de capăt (B)* rămâne o **distanță (R)**, care este mai mică decât lungimea instrumentului de măsurare ($R < 50 \text{ m}$);

- Se citește **lungimea restului (R)** dintre *punctul 3 și punctul de capăt (B)*, în metri cu două zecimale ($R = 38,57 \text{ m}$).

Lungimea aliniamentului măsurat pe cale directă cu panglica de oțel de 50 m, în condițiile unui teren relativ plan, se determină cu relația:

$$D_{A-B} = (L \cdot n) + R = (50 \cdot 3) + 38,57 \text{ m} = 188,57 \text{ m} ,$$

în care: **D** – distanța măsurată pe teren între punctele A și B;

L – lungimea panglicii de oțel, în metri;

n – numărul fișelor metalice folosite la măsurarea aliniamentului;

R – restul distanței măsurate pe ultimul tronson, în metri.

Măsurarea directă a distanțelor se face ambele sensuri ale unui aliniament, considerate dus și întors. Dacă diferența dintre cele două măsurători se încadrează în toleranța admisă atunci, rezultatul obținut este dat de **media aritmetică**.

În prezent, măsurarea pe cale directă a distanțelor este puțin folosită, deoarece a fost înlocuită de instrumentele de măsurare a distanțelor prin unde.

II.3.4. Instrumente de măsurare a distanțelor prin unde

În funcție de conceptul de realizare al instrumentelor de măsurare a distanțelor prin unde au fost definite următoarele trei grupe:

- **lasermetre / distomate sau telemetre laser**, care sunt utilizate numai pentru măsurarea pe cale indirectă a distanțelor;

- **sisteme modulare** care sunt alcătuite dintr-un dispozitiv propriu-zis de măsurare și un carnet electronic de teren;

- **tahimetre electronice sau stațiile totale de măsurare**.

Dintre cele mai cunoscute instrumente de măsurare a distanțelor prin unde, care au fost utilizate, în mod frecvent, în măsurătorile cadastrale și de carte funciară sunt evidențiate cele realizate în ultimii ani.

➤ **Leica DISTO D2** permite măsurarea distanțelor de până la 60 m.

➤ **Leica DISTO D3 și Leica DISTO D3a** sunt instrumente multi-funcționale, care asigură măsurători simple, rapide și de precizie. Distanțele măsurate pe teren și/sau în spații închise sunt cuprinse între *limitele de la 0,05 și până la 100 m*, fiind determinate cu o **precizie de $\pm 1-2 \text{ mm/distanță}$** .

➤ **Leica DISTO D5** asigură o vizualizare facilă a punctului vizat, având un ZOOM de 4X și un display color de 2,4". Cu senzorul de pantă integrat se asigură măsurarea pantelor de până la $\pm 45^\circ$ și determinarea distanței orizontale. Tehnologia înglobată de acest lasermetru permite măsurarea de distanțe de până la 100 m, fără placă reflectorizantă și, respectiv, până la 200 m, cu placă reflectorizantă.

➤ **Lasermetru Leica DISTO A6** cu măsurare în bandă vizibilă a spectrului cuprinde următoarele componente de bază: *instrumentul propriu-zis care include, un ocular, nivela torică încorporată, interfața Bluetooth și software Disto™ pentru transferul datelor, 2 baterii, husa de protecție*. Anexele și accesoriile sunt: **trepiedul telescopic și un set de plăcuțe reflectorizante**.

Principalele caracteristici tehnice ale **lasermetrului Leica DISTO A6** sunt:

- **Precizia de măsurare a distanțelor:** $\pm 1,5 \text{ mm}$;
- **Distanța minimă de măsurare:** **0,05 m**;
- **Distanța maximă de măsurare fără plăcuță reflectorizantă:** **100 m**;
- **Distanța maximă de măsurare cu plăcuță reflectorizantă:** **200 m**;
- **Măsurători directe de distanțe și indirecte de arii și volume**;
- **Memorie de stocare a datelor:** **20 măsurători**.

Pentru efectuarea măsurătorilor de distanțe, **instrumentul Leica DISTO A6** dispune de o tastatură (fig. II.7), care permite efectuarea următoarelor comenzi:

1. **ON / DIST** – pornire / măsurare distanțe;
2. **2nd** – funcția dublă a tastelor;
3. **[+]** – semnul plus;
4. **TIMER** – timpul de funcționare;
5. **[=]** – semnul egal;
6. **ARIA / VOLUM**;
7. **Stocare**;
8. **Reper de măsurare**;
9. **CLEAR / OFF** – ștergere caracter / oprire;
10. **MENU** – meniu;
11. **Iluminare display**;
12. **Măsurare indirectă / Funcție Pitagora**;
13. **[-]** – semnul minus;
14. **BLUETOOTH** – interfață transfer date.

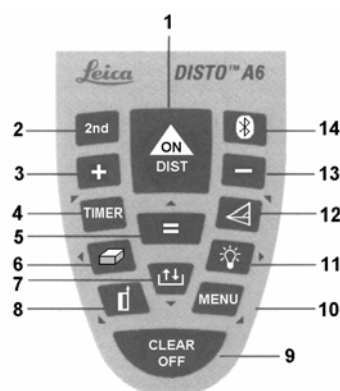


Fig. II.7 – Tastatura lasermetrului DISTO A6

II.4. MĂSURAREA UNGHIURILOR

Pentru determinarea poziției în spațiu a punctelor caracteristice de pe suprafața topografică, se impune măsurarea unghiurilor orizontale formate de aliniamente și a unghiurilor verticale formate de fiecare aliniament cu verticala locului la geoid.

- *Unghiurile orizontale* sunt folosite la determinarea poziției planimetrice a punctelor topografice, prin exprimarea coordonatelor rectangulare.

- *Unghiurile verticale* sunt folosite la determinarea poziției altimetrice a punctelor topografice și la reducerea distanțelor înclinate la orizont.

II.4.1. Instrumente și aparate pentru măsurarea unghiurilor

Instrumentele cu ajutorul cărora se măsoară unghiurile poartă denumirea generală de „*goniometre*” (*gonios–unghi; metre–a măsura*), iar cele folosite în geodezie și topografie au fost denumite *teodolite* și *tahimetre*.

- *Teodolitul clasic* este un aparat optico–mecanic care se folosește numai la măsurarea unghiurilor orizontale și verticale, cu o precizie mare $\pm (2'' \dots 10'')$ și foarte mare $\pm (0'',2 \dots 2'')$. Principalele tipuri de teodolite care s-au folosit în lucrările de determinare ale rețelilor de triangulație geodezică clasică și la trasarea pe teren a proiectelor sunt: *Zeiss Theo 010; Zeiss Theo 010A; Wild T₂, T₃ și T₄; Kern DKM 3; MOM TE-B1*.

- *Tahimetrul clasic* este un aparat care se folosește atât pentru măsurarea unghiurilor, dar cu o precizie mai redusă $\pm (20'' \dots 1')$, cât și pentru măsurarea indirectă a distanțelor, pe cale optică, cu o eroare de $\pm 30 \text{ cm}/100 \text{ m}$. Dintre cele mai cunoscute tipuri de tahimetre clasice care s-au folosit în ridicările topografice și cadastrale sunt citate: *Zeiss Theo 030; 020; 020A; 020B; 080; 080A; Wild T 1A; Wild T16; MOM T-D2; Freiburger, Meopta, Salmoyraghi*.

- *Tahimetrul digital* cu denumirea generică de *stație totală* sau *inteligentă* este un aparat optico–electronic, care permite măsurarea unghiurilor cu o precizie cuprinsă între $\pm 1''$ și până la $\pm 20''$, a distanțelor înclinate cu o precizie de până la $\pm 3\text{--}10\text{mm}/\text{distanță}$, a diferențelor de nivel și, respectiv, a suprafețelor. Cele mai cunoscute și folosite *tipuri de stații totale*, care se diferențiază între ele, sub aspectul preciziei și al randamentului sunt cele realizate de următoarele firme:

- *Zeiss: Rec Elta – 5; Rec Elta – 15; Rec Elta – 13C;*
- *Leica: TPS (300; 400; 700; 800; 1100; 1200);*
- *Sokkia: T 60E; T S6; TS 20A; SET 4110 R; SET 30 RK; SET SRX;*
- *Trimble: 5601 – motorizat; Focus 10; 3300 Total Station;*
- *Topcon: GTS – 820; GPT 8000-motorizat; GPT – 3000LN.*

II.4.2. Părțile componente ale teodolitelor-tahimetre clasice

Cu toată diversitatea tipurilor de teodolite și tahimetre se consideră că, schema constructivă și principalele părți componente sunt aceleași, dar cu deosebiri esențiale în ceea ce privește tehnologia de realizare, caracteristicile tehnice și randamentul măsurătorilor. Dintre teodolitele clasice care s-au folosit în lucrările de *triangulație geodezică* sunt menționate cele cu **puterea de mărire a lunetei de 40X – 60X**, iar în cele topografice cu **puterea de mărire a lunetei de 25X – 30X**.

II.4.2.1. Principalele părți componente ale teodolitului-tahimetru clasic

În construcția unui teodolit-tahimetru de tip clasic, se disting următoarele **organe principale, secundare și auxiliare** (fig. II.8).

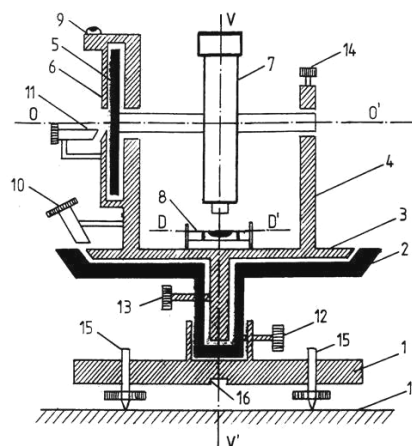


Fig. II.8 – Secțiune schematică printr-un teodolit-tahimetru de tip clasic

LEGENDA:

1. Ambaza sau construcția inferioară, detașabilă de aparat;
2. Limbul sau cercul orizontal gradat;
3. Alidada cercului orizontal, care susține construcția superioară;
4. Furcile sau brațele de susținere ale lunetei;
5. Eclimetrul sau cercul vertical gradat;
6. Alidada cercului vertical;
7. Luneta topografică, care permite apropierea semnalelor vizate;
8. Nivela torică de calare a limbului în plan orizontal;
9. Nivela zenitală de calare în plan orizontal a cercului vertical;
10. Lupe sau microscopie fixate pe cercul orizontal;
11. Lupe sau microscopie fixate pe cercul vertical;
12. Șurubul de blocare al mișcării generale;
13. Șurubul de blocare a mișcării înregistratoare sau a alidadei;
14. Șurubul de blocare a mișcării lunetei în plan vertical;
15. Șuruburi de calare ale aparatului în plan orizontal;
16. Șurubul de fixare al aparatului pe măsura trepiedului;
17. Măsura sau platforma trepiedului, pe care se fixează aparatul.

➤ **Ambaza (1)** este realizată sub forma unei prisme triunghiulare care se sprijină pe *trei șuruburi de calare (15)*, cu rol de susținere și de fixare a aparatului pe măsura trepidului cu ajutorul șurubului (16).

➤ **Limbul sau cercul orizontal (2)** este un disc metalic al cărui perimetru este argintat și divizat în grade sexagesimale sau centesimale. Mișcarea cercului orizontal este realizată cu ajutorul *șurubului de blocare al mișcării generale (12)* prin intermediul unui ax cu care face corp comun.

➤ **Alidada cercului orizontal (3)** este un disc metalic, concentric cu cercul orizontal, fiind susținut de axul plin care pătrunde în axul tubular al limbului. Discul alidadei este prevăzut cu două deschideri diametral opuse unde sunt fixate *dispozitivele de citire (10)*, fiind acționat de *șurubul (13)*.

➤ **Furcile de susținere ale lunetei (4)** sunt două piese metalice, fixate cu un capăt pe alidada cercului orizontal, cu care face corp comun, iar prin celălalt capăt se sprijină dispozitivul de susținere al axului de rotație a lunetei. Pe una din cele două furci este fixat *șurubul de blocare al mișcării lunetei (14)* și cel de mișcare fină, iar pe cealaltă furcă este fixată o *nivelă torică zenitală (9)*.

➤ **Eclimetrul sau cercul vertical (5)** este un disc metalic al cărui perimetru este argintat și divizat în grade sexagesimale sau centesimale, ca și cercul orizontal.

➤ **Alidada cercului vertical (6)** este un disc metalic, concentric cu eclimetrul prevăzut cu două deschideri diametral opuse unde sunt fixate *dispozitivele de citire (11)*, fiind acționat de *șurubul (14)*.

➤ **Luneta topografică (7)** este un dispozitiv optic ce servește la vizarea de la distanță a semnalelor topografice, care asigură mărirea și apropierea obiectelor vizate.

Mișcările lunetei în plan orizontal și vertical sunt acționate printr-un *șurub de blocare (14)* și un *șurub de fină mișcare*, care permit vizarea și punctarea corectă a unui semnal topografic de pe teren.

În echipamentul de măsurare al unui teodolit-tahimetru clasic sunt incluse și următoarele anexe și accesorii care sunt folosite în procesul de măsurare.

- **Trepiedul** se compune din *trei picioare culisabile* cu saboți la capete, o platformă pe care se fixează ambaza, un *șurub* cu ajutorul căruia se montează aparatul de trepied și un *dispozitiv de fixare* a firului cu plumb pentru centrarea instrumentului pe *verticala punctului matematic*.

- **Firul cu plumb** realizează centrarea aparatului în punctul de stație.

- **Busola magnetică** este folosită pentru măsurarea unei orientări magnetice a unor direcții și/sau orientarea aparatului pe direcția Nord magnetic.

- **Umbrela topografică** protejează aparatul de razele solare sau de intemperii.

II.4.2.2. Principalele părți componente ale teodolitelor-tahimetre optice

Teodolitele și tahimetrele optico-mecanice, modernizate, cu sistem optic și citire centralizată a gradațiilor de pe ambele cercuri sunt prevăzute cu un microscop fixat pe lunetă și realizate cu următoarea structură de bază.

- **Ambaza sau construcția inferioară**, detașabilă de aparatul propriu-zis;
- **Limbul sau cercul orizontal** din cristal, divizat în 400 de părți egale;
- **Alidada cercului orizontal** care susține construcția superioară;
- **Furcile de susținere** ale axului orizontal și a lunetei topografice;
- **Eclimetrul sau cercul vertical** din cristal divizat în 400 de părți egale;
- **Alidada cercului vertical**, fixată în sens perpendicular pe axul orizontal;
- **Luneta topografică** cu mișcare în plan orizontal și în plan vertical asigură apropierea semnalelor vizate pe teren, fiind prevăzută, pe lângă *firele reticulare* și cu *fire stadimetrice*, care permit măsurarea distanțelor pe cale optică.

Principalele părți componente ale unui **teodolit-tahimetru Theo – 020** de construcție **Zeiss-Jena** sunt prezentate în vederea laterală a aparatului spre obiectivul lunetei (fig. II.9 a) și, respectiv, spre ocularul lunetei (fig. II.9 b).

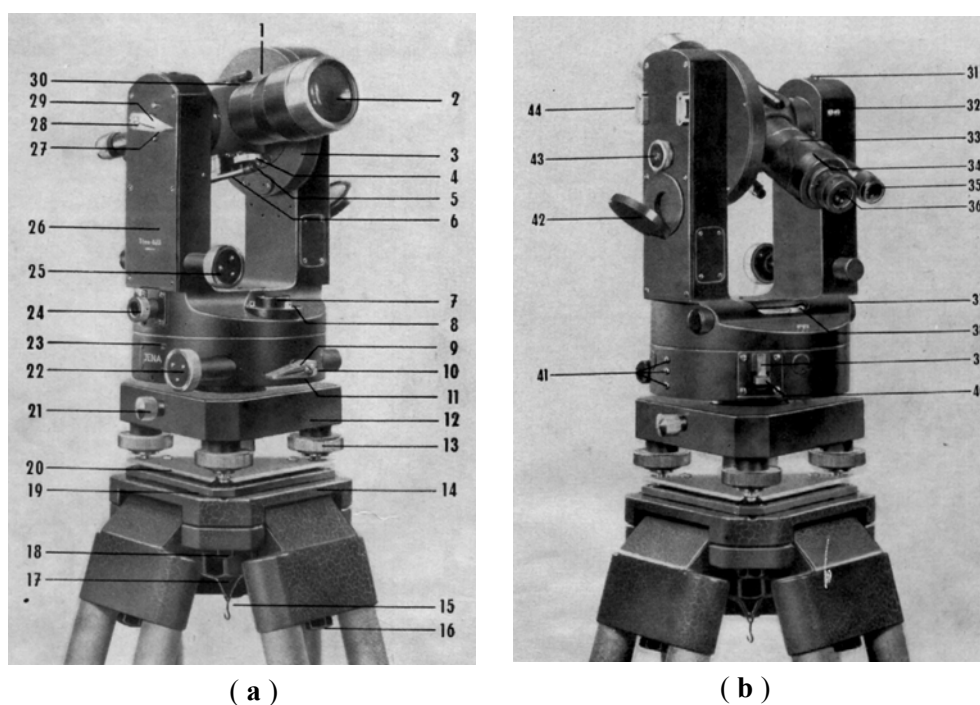


Fig. II.9 – Teodolitul-tahimetru optic Zeiss Theo – 020 - vederea laterală

LEGENDA:

1. Reper de poziție al punctului de centraj;
2. Obiectivul lunetei;
3. Capac de protecție al cercului vertical;
4. Buton de reglare pentru iluminarea reperului;
5. Vizor optic (colimator);
6. Punct pentru centrarea superioară a punctelor de pe un plafon;
7. Nivelă sferică;
8. Șurub de rectificarea al nivelei sferice;
9. Șurub de fixare a clemei de blocare a mișcării orizontale;
10. Șurub de blocare al mișcării orizontale;
11. Clemă de blocare a mișcării orizontale;
12. Ambaza sub forma unei prisme triunghiulare;
13. Șurub de calare sau de orizontalizare a teodolitului;
14. Platforma sau măsuta trepiedului;
15. Cârlig pentru suspendarea firului cu plumb;
16. Șurub cu cap hexagonal pentru strângerea capătului trepiedului;
17. Șurubul de fixare a aparatului pe platforma trepiedului (șurubul pompă);
18. Șurub cu cap hexagonal pentru reglarea jocului piciorului trepiedului;
19. Placa inferioară de bază a ambazei;
20. Placa inferioară de tensiune a ambazei;
21. Șurub de blocare a aparatului de ambază;
22. Șurubul micrometric al mișcării orizontale sau laterale a teodolitului;
23. Cercul orizontal gradat (limbul) sau partea inferioară a alidadei;
24. Dispozitivul optic de centrare;
25. Șurub micrometric de basculare a lunetei în plan vertical;
26. Suportii de susținere ai axului orizontal sau partea superioară a alidadei;
27. Clemă de blocare a basculării lunetei în plan vertical;
28. Șurub de blocare a basculării lunetei în plan vertical;
29. Șurub de fixare a clemei de blocare a basculării lunetei în plan vertical;
30. Vizor optic (colimator);
31. Șurub-bușon de fixare a pivotului busolei;
32. Șurub de filetare a brațului declinatorului busolă pe suportul de susținere;
33. Manșon de focusare interioară a lunetei (punerea la punct a imaginii);
34. Capac de protecție a șuruburilor de reglare a reticulului lunetei;
35. Ocularul microscopului de citire a gradațiilor pe cercul orizontal și vertical;
36. Ocularul lunetei;
37. Șurub de reglare a nivelei torice;
38. Nivelă torică;
39. Pârghia de oprire pentru dispozitivul de blocare a mișcării cercului orizontal;
40. Pârghia de blocare a mișcării cercului orizontal;
41. Șurub de filetare a dispozitivului de atașare a planșetei Karti;
42. Oglină de iluminare a cercurilor gradate;
43. Buton pentru acoperirea imaginii cercului vertical;
44. Suport pentru fixarea dispozitivului de iluminare artificială a cercurilor.

II.4.3. Axele și mișcările unui teodolit-tahimetru de tip clasic

În secțiunea schematică a unui teodolit-tahimetru de tip clasic se disting **trei axe teoretice (VV' , OO' și LL')** și **două mișcări de rotație** (fig. II.10).

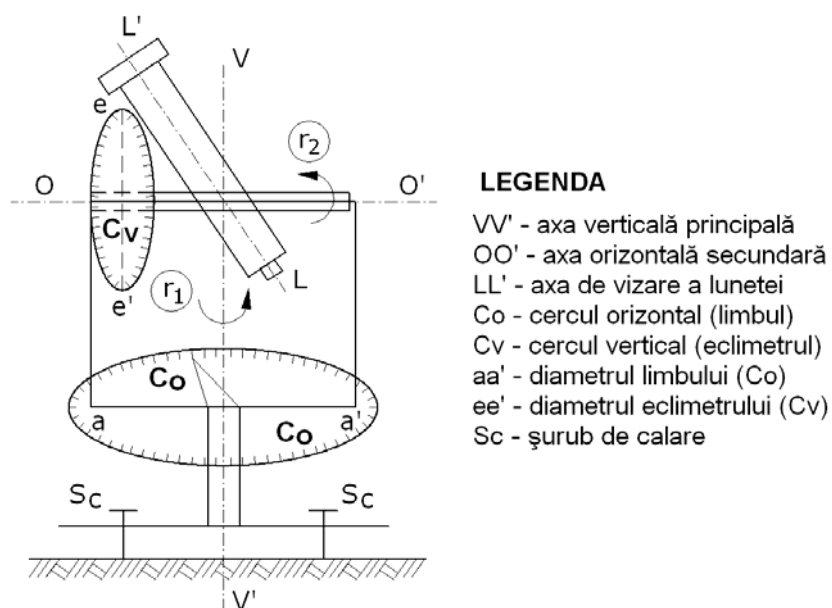


Fig. II.10 – Axele și mișcările unui teodolit – tahimetru de tip clasic

- **Axa verticală principală (VV')** este axa ce trece prin centrul limbului (C_o), fiind perpendiculară pe acesta ($VV' \perp aa'$). În jurul axei verticale se rotește aparatul în plan orizontal (**rotația r_1**), care în timpul măsurătorilor de teren, trebuie să coincidă în mod riguros cu verticala punctului matematic de stație dată de firul cu plumb.

- **Axa orizontală secundară (OO')** este axa ce trece prin centrul eclimetrului (C_v), fiind perpendiculară pe aceasta ($OO' \perp ee'$). În jurul axei orizontale, se rotește luneta împreună cu eclimetrul, în plan vertical (**rotația r_2**).

- **Axa lunetei (LL')** cu trei componente: *axa optică*, *axa geometrică* și *axa de vizare*. Dintre cele trei componente, **axa de vizare** materializată de intersecția firelor reticulare și focarul obiectivului permite vizarea riguroasă pe teren a punctelor matematice ale semnalelor topografice.

Cele **trei axe teoretice (VV' , OO' și LL')** trebuie să îndeplinească în timpul măsurătorilor de teren următoarele condiții teoretice:

- **axa principală (VV') trebuie să fie verticală și perpendiculară pe axa secundară ($VV' \perp OO'$)**, pentru ca luneta să se rotească în plan vertical;

- *axa de vizare a lunetei (LL') trebuie să fie perpendiculară pe axa secundară ($LL' \perp OO'$)*, care asigură rotația lunetei în plan vertical;

- *cele trei axe trebuie să se intersecteze într-un punct care este denumit punctul matematic al aparatului.*

• *Mișcarea teodolitului în plan orizontal (rotația r_1)* este dată de rotirea aparatului în jurul axei principale verticale, prin următoarele două componente:

- *mișcarea generală*, care permite *rotirea limbului împreună cu alidada* este acționată de un șurub macrometric (12) și de un șurub micrometric;

- *mișcarea înregistratoare*, atunci când limbul este fix și se rotește numai alidada, fiind acționată de șurubul macrometric (13) și de un șurub micrometric.

• *Mișcarea în plan vertical al lunetei (rotația r_2)*, care permite rotirea ansamblului lunetă-eclimetru, în jurul axei secundare orizontale (OO'), este acționată de un șurub de blocare (14) și de un șurub de fină mișcare.

II.4.4. Dispozitive de citire ale unghiurilor

Cercurile gradate ale teodolitelor sunt divizate, în mod obișnuit, până la nivelul *unităților de grade* sau *zeci de minute*. Pentru mărirea preciziei de citire a gradațiilor au fost realizate, în decursul timpului, o serie de dispozitive care asigură estimarea precisă a unei fracțiuni din cea mai mică diviziune de pe cercul gradat, până la ordinul *minutelor*: 1° , 5° și 10° sau a *secundelor*: $1''$, $2''$, $5''$ și $10''$.

În funcție de evoluția conceptului de realizare al diferitelor dispozitive de citire a gradațiilor s-au diferențiat următoarele trei tipuri constructive.

- *Dispozitivul de citire mecanic: vernierul circular;*
- *Dispozitivul de citire optic: microscopul cu reper; microscopul cu scăriță; microscopul de precizie cu coincidență;*
- *Dispozitivul de citire electronic: microscop cu înregistrare internă;*

a. Microscopul cu scăriță al teodolitelor optice

Sistemul optic de citire a gradațiilor format dintr-un *microscop cu scăriță* se bazează pe principiul că, *imaginea scăriței se suprapune cu mărirea celei mai mici diviziuni de pe cercul gradat*. Dispozitivul de citire propriu-zis este format dintr-o placă de sticlă, fixată în câmpul microscopului, pe care sunt marcate *două scărițe divizate în câte 100 părți egale (100°)*. Imaginile scărițelor apar în mod independent, în două ferestre: *H_z (cercul orizontal); V(cercul vertical)*, care se proiectează peste diviziunea de un grad centesimal (1°) a cercului respectiv.

b. Citirea gradațiilor și precizia microscopului cu scăriță

Din punct de vedere principal cele două scărițe rămân *fixe*, în raport cu imaginile diviziunilor în grade centesimale de pe **cercul orizontal (Hz)** și de pe **cercul vertical (V)**, care se modifică în timpul operațiilor de măsurare pe teren ale unghiurilor orizontale și verticale zenitale (fig. II.11).

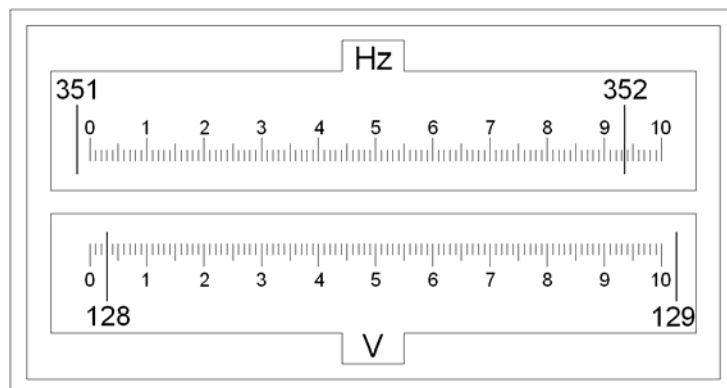


Fig. II.11 – Microscopul cu scăriță al teodolitului-tahimetru Zeiss Theo – 020

Înainte de efectuarea citirilor pe cercurile gradate trebuie să fie cunoscute următoarele elemente: modul de gradație a cercului; sensul de înscriere a gradelor; *valoarea celei mai mici diviziuni de pe cercul gradat (D)*; *numărul diviziunilor de pe dispozitivul de citire (n)* și *precizia de citire ($p=D/n$)*.

Citirea de pe cercul gradat (C) este formată din **citirea directă ce cerc (P_I)**, care reprezintă gradele, față de indicele zero al dispozitivului de citire și din **citirea prin estimare (P_{II})**, care reprezintă fracțiunea din ce-a mai mică diviziune de pe cerc obținută cu ajutorul dispozitivului de citire.

• **Citirea pe cercul orizontal (Hz):** $C = P_I + P_{II} = 352^{\circ} 93^c 50^{cc}$, unde:

$P_I = 352^{\circ} 00^c 00^{cc}$ este citirea directă pe cercul orizontal;

$P_{II} = 0^{\circ} 93^c 50^{cc}$ este citirea prin estimare pe scărița cercului orizontal.

• **Citirea pe cercul vertical (V):** $C = P_I + P_{II} = 128^{\circ} 03^c 00^{cc}$, unde:

$P_I = 128^{\circ} 00^c 00^{cc}$ este citirea directă pe cercul vertical;

$P_{II} = 0^{\circ} 03^c 00^{cc}$ este citirea prin estimare pe scărița cercului vertical.

• **Precizia de citire a unghiurilor pe cercurile gradate:** $p=D/n$, unde :

D – valoarea celei mai mici diviziuni de pe cercul gradat ($1^g = 100^c$);

n – numărul de diviziunilor de pe scăriță (100 diviziuni);

$p=D/n = 100^c/100=1^c$ (un minut centesimal).

II.4.5. Așezarea teodolitului-tahimetru în punctul de stație

În vederea executării măsurărilor unghiulare de bază se procedează la instalarea aparatului în punctul de stație, marcat la sol printr-un țărș sau printr-o bornă, pe baza parcurgerii următoarelor operațiuni preliminare.

a. Instalarea aparatului în punctul de stație

- *Se fixează trepiedul deasupra punctului de stație*, cu platforma trepiedului în poziție orizontală, în mod convenabil cu înălțimea operatorului.

- *Se scoate aparatul din cutia de transport* și se fixează cu ajutorul șurubului pompă pe măsura trepiedului, fără o strângere definitivă a acestuia.

- *Se suspendă firul cu plumb de cârligul existent în ambază* și se aduce în mod aproximativ pe verticala reperului punctului matematic de stație.

b. Centrarea aparatului în punctul de stație

Constituie operația prin care *axa verticală (VV')* a aparatului este adusă în coincidență cu verticala punctului de stație dată de firul cu plumb.

- *Se urmărește din ochi ca măsura trepiedului să fie aproximativ orizontală*, după care se face o primă operație de calare provizorie a aparatului în stație.

- *Se fixează picioarele trepiedului în sol* prin apăsare pe saboți avându-se, în vedere stabilitatea și modul de strângere a șuruburilor de fixare a celor trei brațe.

- *Se aduce firul cu plumb pe verticala punctului de stație*, materializat de punctul matematic al centrului țărșului sau a reperului bornei.

- *Se definitivează centrarea aparatului*, prin slăbirea șurubului pompă și deplasarea acestuia pe măsura trepiedului, până se aduce firul cu plumb pe verticala reperului de la sol, după care, șurubul pompă se strânge din nou (fig. II.12).

c. Calarea aparatului în punctul de stație

Calarea aparatului este operația prin care se realizează orizontalizarea aparatului cu ajutorul șuruburilor și a nivelelor de calare.

- *Se rotește aparatul în plan orizontal*, până când *axa nivelei torice (A-B)* este adusă în poziție paralelă cu direcția a două șuruburi de calare (*poziția I-a*).

- *Se rotesc simultan și în sens invers* cele două șuruburi de calare (*1 și 2*), până când bula de aer a nivelei torice este adusă între cele două repere.

- *Se rotește aparatul cu circa 100°*, față de prima poziție și se obține *poziția a II-a*, a nivelei torice cu *axa B-A*, care este perpendiculară pe *axa A-B*.

- *Se acționează numai asupra șurubului de calare (3)* până când se aduce bula de aer a nivelei torice între cele două repere ale acesteia.

- *Se repetă operațiile de calare din cele două poziții ale nivelei torice de două-trei ori*, până când în ambele poziții bula de aer va rămâne între repere, în orice poziție de rotire a aparatului, ceea ce confirmă că nivela este rectificată.

- *Dacă bula de aer a nivelei torice nu rămâne între repere*, se efectuează operația de rectificare a deplasării acesteia față de cele două repere, prin jumătatea deplasării din șurubul de rectificare și cealaltă din șurubul de decalare (fig. II.13).

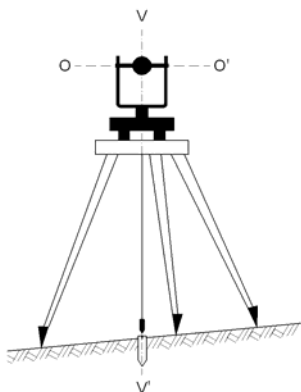


Fig. II.12 – Centrarea teodolitului

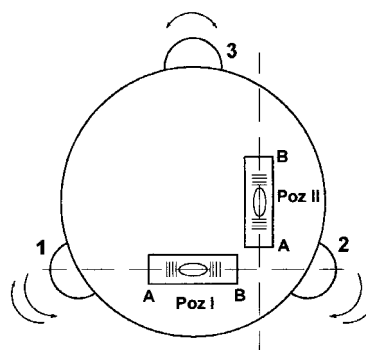


Fig. II.13 – Calarea teodolitului

După instalarea corectă în stație a instrumentului se consideră că, *axa VV'* este verticală și trece prin punctul matematic, iar *axa OO'* este orizontală. Pe baza acestui principiu se măsoară cu o ruletă *înălțimea aparatului (I)* de la *punctul matematic al reperului până la axul secundar (OO')*, care se folosește pentru măsurarea unghiurilor verticale și a distanțelor pe cale indirectă.

II.4.6. Punerea la punct a lunetei și vizarea semnalelor topografice

În cadrul operațiunilor preliminare de executare a măsurărilor propriu-zise se efectuează punerea la punct a lunetei și vizarea semnalelor topografice.

a. Punerea la punct a lunetei și imaginii semnalului vizat

Prin punerea la punct a lunetei se realizează *claritatea firelor reticulare și a imaginii obiectului vizat*, în funcție de dioptriile ochiului operatorului:

- *se vizează cu luneta spre un **fond deschis** (cer sau un perete alb);*
- *se privește prin ocularul lunetei **imaginea firelor reticulare**;*
- *se rotește ocularul lunetei, până când firele reticulare sunt clare;*
- *se vizează cu luneta un semnal topografic din teren;*
- *se acționează **moleta de focusare a lunetei** până când se realizează claritatea imaginii obiectului vizat și aducerea la intersecția firelor reticulare.*

b. Vizarea semnalului pentru măsurarea unghiurilor orizontale

În vederea măsurării unui unghi izolat dintre două direcții orizontale, și a utilizării jalonului se procedează la vizarea acestuia, prin următoarele operații:

- *se aduce imaginea jalonului vizat, în câmpul lunetei (fig. II.14.a);*
- *se aduce intersecția firelor reticulare la baza imaginii jalonului vizat, cu ajutorul șurubului de fină mișcare al lunetei, în plan vertical (fig. II.14.b) și al șurubului de fină mișcare al limbului, în plan orizontal (fig. II.14.c).*

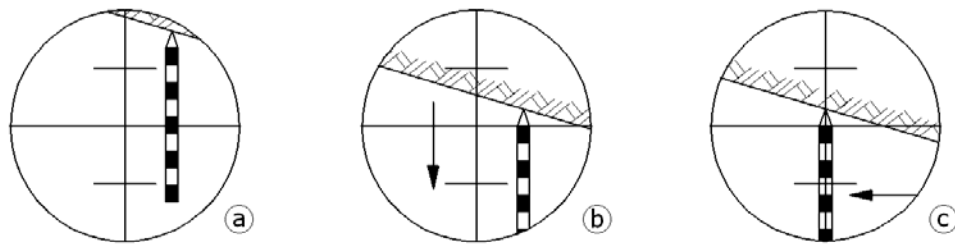


Fig. II.14 – Vizarea jalonului pentru măsurarea unui unghi orizontal

Principiul de bază folosit la măsurarea unghiurilor orizontale în cazul utilizării și a altor **semnale topografice**, constă din aducerea intersecției firelor reticulare la baza **mirei** (fig. II.15.a), **a reperului balizei** (fig. II.15.b) și **a reperului unei piramide la sol** (fig. II.15.c).

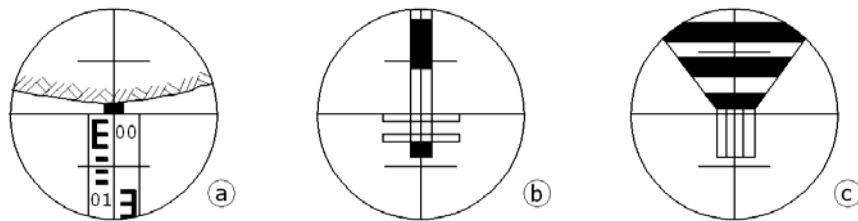


Fig. II.15 – Vizarea semnalului pentru măsurarea unui unghi orizontal pe miră (a), pe baliză (b) și pe o piramidă topografică (c)

c. Vizarea semnalului pentru măsurarea unghiurilor verticale

În funcție de tipul semnalelor topografice portabile sau permanente se procedează la vizarea acestora în vederea măsurării unghiurilor verticale.

Pentru măsurarea unui **unghi vertical de pantă** format de orizontala punctului de stație și direcția vizată și a **unghiului vertical zenital** format de verticala punctului de stație și direcția vizată, se efectuează vizarea jalonului cu firul reticular orizontal la înălțimea aparatului (fig. II.16.a).

În cazul **unghiurilor verticale**, ce se măsoară în lucrările geodezice care nu sunt **unghiuri de pantă**, vizarea semnalului se face cu **firul reticular orizontal** la baza înălțimii acestuia, pentru o **turlă de biserică** (fig. II.16.b) și/sau pentru o **piramidă topografică cu poduri** (fig. II.16.c).

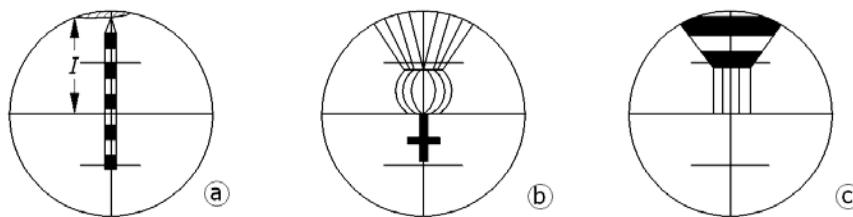


Fig. II.16 – Vizarea semnalului pentru măsurarea unui unghi vertical pe jalon (a), pe o turlă de biserică (b) și pe o piramidă (c)

II.4.7. Metode de măsurare a unghiurilor

Pentru determinarea poziției spațiale a punctelor topografice se măsoară în mod concomitent atât unghiurile orizontale, cât și unghiurile verticale, cu ajutorul teodolitelor optice și, respectiv, a stațiilor totale. În funcție de precizia de măsurare a unghiurilor se disting o serie de metode și procedee.

a. Metoda simplă constă din măsurarea unghiurilor orizontale o singură dată, cu o poziție sau în ambele poziții ale lunetei, cu folosirea a două procedee:

- *procedeul prin diferența citirilor*, reprezintă *cazul general*, în care unghiul se obține din diferența citirilor efectuate pe limb, față de cele două direcții;
- *procedeul cu zerourile în coincidență*, reprezintă *cazul particular*, deoarece pe cercul orizontal (limbul) se introduce diviziunea zero în coincidență cu indicele zero al dispozitivului de citire pentru prima direcție vizată.

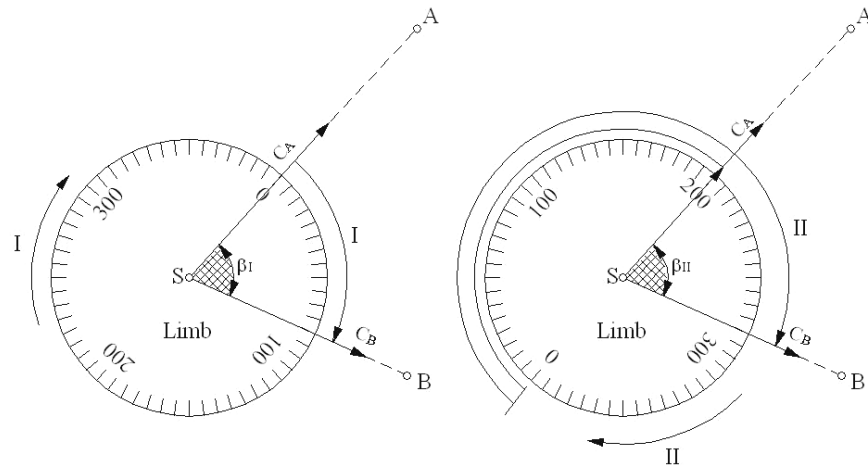
b. Metoda repetiției se aplică în cazul măsurării unui unghi orizontal de mai multe ori, în poziții succesive, adiacente ale cercului orizontal (limbul). Se consideră pentru fiecare repetiție de măsurare, ca origine de citire a gradației valoarea unghiului obținută în determinarea precedentă. Citirea pe cercul orizontal se face la început, către prima direcție și la sfârșit pe a doua direcție a unghiului.

c. Metoda reiterațiilor constă în măsurarea unui unghi orizontal de mai multe ori, iar de fiecare dată se schimbă originea de pe cercul orizontal.

d. Metoda orientărilor directe, constă din introducerea pe cercul orizontal a orientării topografice a unei direcții, în momentul începerii observațiilor de teren care se consideră *viza pe direcția înapoi* a unei laturi a drumului planimetric.

II.4.8. Măsurarea unui unghi orizontal, izolat, prin metoda simplă

Pentru măsurarea unui **unghi orizontal** prin **metoda simplă și folosirea procedurii cu zerourile în coincidență**, cu cele două poziții ale lunetei se parcurg, mai întâi operațiile din faza de teren și apoi din faza de calcul (fig. II.17).



$$\beta_I^g = (C_B^g - C_A^g)$$

a. Poziția I-a a lunetei
(eclimetre în stânga)

$$\beta_{II}^g = (C_B^g - C_A^g)$$

b. Poziția a II-a a lunetei
(eclimetre în dreapta)

Fig. II.17 – Măsurarea unui unghi orizontal prin metoda simplă

a. Operațiile din faza de teren a măsurării unui unghi orizontal

În cazul măsurării unui unghi orizontal, izolat, cu *teodolitul-tahimetru optic*, *Zeiss Theo – 020 cu citire centralizată* se efectuează următoarele operații de teren.

➤ *Se așează teodolitul-tahimetru în punctul de stație (S)*, unde se centrează, se calează și se aduce aparatul în *poziția I-a a lunetei (eclimetre în stânga)*;

➤ *Se aduce diviziunea zero a limbului în coincidență cu indicele zero al dispozitivului de citire*, cu ajutorul mișcării înregistratoare, iar coincidența exactă între cele două diviziuni se face cu ajutorul șurubului de fină mișcare;

➤ *Se blochează mișcarea înregistratoare* (zerourile rămân în coincidență), iar cu mișcarea generală deblocată se vizează semnalul topografic din **punctul A** și se efectuează citirea pe cercul orizontal: $C_A^I = 0^\circ 00' 00''$;

➤ *Se deblochează mișcarea înregistratoare* (zero al limbului rămâne pe direcția SA) cu care se lucrează până la terminarea operațiilor de măsurare;

➤ *Se rotește alidada în sens direct, de la stânga spre dreapta* și se vizează semnalul topografic din **punctul B**, unde se efectuează citirea pe limb: $(C_B^I > C_A^I)$;

➤ *Se deblochează mișcarea înregistratoare* și se rotește în continuare, alidada de la stânga spre dreapta (*poziția I-a*) și se vizează din nou semnalul topografic din **punctul A**, adică se efectuează închiderea pe turul de orizont, unde **citirea finală** trebuie să fie egală cu **citirea inițială**: $C_A^I(\text{final}) = C_A^I(\text{inițial})$.

Se consideră încheiată operația de măsurare a unghiului orizontal **cu prima poziție a lunetei (β_I)** a cărei valoare este: $\beta_I = C_B^I - C_A^I = C_B^I - 0^\circ 00' 00'' = C_B^I$, fiind îndeplinită condiția de închidere a operației de măsurare, cu *poziția a I-a*.

• **Pentru controlul măsurărilor** și pentru obținerea unei precizii superioare se continuă operația de măsurare a **unghiului orizontal (β)** și cu **poziția a II-a a lunetei**, pe baza operațiilor efectuate în succesiunea de mai jos:

➤ *Se deblochează mișcarea înregistratoare și se aduce eclimetrul în dreapta lunetei (poziția a II-a)* și se vizează din nou semnalul topografic din **punctul A**, unde se efectuează citirea: $C_A^{II} = C_A^I \pm (200^g \mp e_A)$;

➤ *Se deblochează mișcarea înregistratoare și se rotește alidada în sens direct de la stânga spre dreapta (poziția a II-a)* și se vizează semnalul **punctului B**, iar pe cercul orizontal se va obține citirea: $C_B^{II} = C_B^I \pm (200^g \mp e_B)$;

➤ *Se deblochează mișcarea înregistratoare*, după care se rotește alidada în sens direct și se vizează din nou semnalul **punctului A**, adică se efectuează închiderea pe turul de orizont, unde **citirea finală** (C_A^{II}) trebuie să fie egală cu **citirea inițială** (C_A^I), deci se va obține: $C_A^{II}(\text{final}) = C_A^I(\text{inițial})$.

Prin această operațiune de închidere pe punctul inițial a fost **finalizată a doua etapă de măsurare a unghiului orizontal cu poziția a II-a a lunetei (β_{II})**.

• **Controlul valorilor unghiulare ale unei direcții** se determină cu diferența dintre citirile din cele două poziții ale lunetei, care trebuie să fie egală cu **200^g**, dar din cauza erorii de colimație și de măsurare, rezultă o eroare totală.

Relația de forma: $C_i^I = C_i^{II} \pm (200^g \mp e_i)$, unde: $i = \overline{A, B}$, se va scrie în cazul unghiului izolat (**β**), care s-a măsurat cu cele două poziții ale lunetei, în funcție de valorile citirilor efectuate pe direcția orizontală a punctelor considerate:

$$C_A^I = C_A^{II} \pm (200^g \mp e_A) \quad \text{și} \quad C_B^I = C_B^{II} \pm (200^g \mp e_B).$$

Precizia de citire directă a unghiurilor pe cercul orizontal al unui teodolitahtimetru de tipul *Zeiss Theo – 020* este de $\pm 1''$. Cele două erori estimate de ($\mp e_A$ și $\mp e_B$) nu trebuie să depășească **toleranța admisă**, de până la **$\pm 3 - 4''$** .

b. Operațiile din faza de calcul a măsurării unui unghi orizontal

În funcție de citirile efectuate cu cele două poziții ale lunetei care au fost obținute în faza de teren se trece la calculul unghiului orizontal (β).

➤ *Se calculează valorile medii ale citirilor pentru cele două direcții orizontale SA și SB*, cu relația de următoarea formă: $C_i = \frac{C_i^I + (C_i^{II} \pm 200^g)}{2}$,

unde ($i = A, B$), în care, *semnul* ($\pm$) se utilizează după cum urmează:

- Se consideră *semnul plus (+)* din paranteză, pentru $C_i^{II} < 200^g$;
- Se consideră *semnul minus (-)* din paranteză, pentru $C_i^{II} > 200^g$;

➤ *Se determină valorile medii ale citirilor pe direcțiile date SA și SB:*

$$C_A = \frac{C_A^I + (C_A^{II} \pm 200^g)}{2} \quad \text{și} \quad C_B = \frac{C_B^I + (C_B^{II} \pm 200^g)}{2}$$

➤ *Se calculează valoarea unghiului orizontal (β)*, ca diferență între cele două citiri medii (C_B și C_A) ale direcțiilor SA și SB cu relația: $\beta = C_B - C_A$.

II.4.9. Măsurarea unui unghi vertical zenital

În funcție de tipul constructiv al cercului vertical al teodolitelor-tahimetre optice se măsoară fie *unghiul vertical de pantă (α)* format de orizontala punctului de stație și direcția vizată sau *unghiul vertical zenital (Z)* format de verticala punctului de stație și direcția vizată pe teren.

a. Operațiile din faza de teren a măsurării unui unghi vertical zenital

Pentru măsurarea *unghiului vertical zenital (Z)* în cazul *alinimentului SA*, cu cele două poziții ale lunetei unui *teodolit-tahimetru optic cu citire centralizată de tipul Zeiss Theo – 020* se efectuează următoarele operații de teren (fig. II.18).

- Se instalează aparatul în punctul de stație;
- Se măsoară înălțimea aparatului, în punctul de stație (**I**);
- Se blochează mișcarea generală a instrumentului în plan orizontal;
- Se deblochează mișcarea înregistratoare în plan orizontal;
- Se deblochează mișcarea de rotație a lunetei în plan vertical;
- Se aduce luneta teodolitului-tahimetru în poziția I-a;
- Se vizează cu poziția I-a mira topografică din *punctul A*;
- Se aduce firul reticular orizontal la diviziunea de pe miră egală cu înălțimea aparatului în punctul de stație ($L_0^A = I$);

- Se blochează mișcarea înregistratoare în plan orizontal și vertical și se efectuează punctarea corectă a semnalului din **punctul A**, la înălțimea ($I = S$);
- Se efectuează cu **luneta în poziția I-a**, citirea (S_A^I) **pe cercul vertical (V)** al teodolitului-tahimetru, care se înscrie în carnetul de teren;
- Se deblochează mișcarea înregistratoare și generală în plan orizontal, se rotește luneta cu 200° și se aduce aparatul cu luneta în **poziția a II-a**;
- Se vizează, din nou, mira din **punctul A**, la înălțimea ($L_0^A = I$);
- Se efectuează cu **luneta în poziția II-a**, citirea (D_A^{II}) **pe cercul vertical (V)** al teodolitului-tahimetru, care se înscrie în carnetul de teren.

Controlul măsurătorilor valorilor unghiulare verticale zenitale obținute cu cele două poziții ale lunetei, se face direct pe teren, cu relația forma generală:

$$S_A^I + D_A^{II} = 400^\circ \pm e_i$$

în care: (e_i) este eroarea aparatului și eroarea de indice a eclimetrului, care nu trebuie să depășească toleranța admisă de $\pm 8^\circ$.

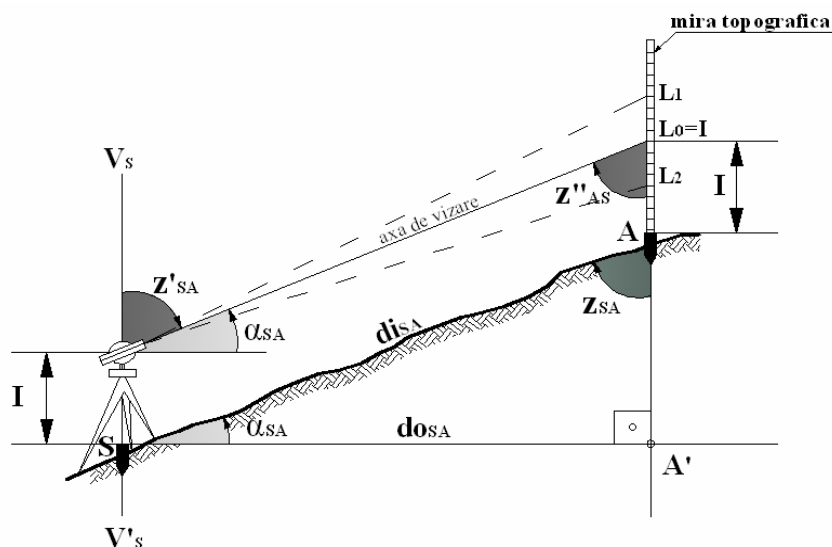


Fig. II.18 – Măsurarea unui unghi vertical zenital

b. Operațiile din faza de calcul a măsurării unui unghi vertical zenital

Valoarea **unghiului vertical zenital** (Z'_{SA}) care s-a măsurat în sensul de la **punctul S**, către **punctul A**, se obține ca medie aritmetică a unghiurilor măsurate în cele două poziții ale lunetei, pe baza următoarelor operații de calcul.

➤ Se calculează valoarea **unghiului vertical zenital** (Z) care s-a măsurat cu cele două poziții ale lunetei (Z_{SA}^I și Z_{SA}^{II}), cu relațiile de mai jos:

$$Z_{SA}^I = (S_A^I - 0^\circ) \text{ și } Z_{SA}^{II} = (400^\circ - D_A^{II});$$

➤ Se calculează valoarea **unghiului vertical zenital** (Z_{SA}'), în *sensul direct* de măsurare de la punctul de stație (**S**) la punctul vizat (**A**) cu relația de forma:

$$Z_{SA}' = \frac{Z_{SA}^I + Z_{SA}^{II}}{2} = \frac{S_A^I + (400^\circ - D_A^{II})}{2} \text{ sau } Z_{SA}' = \frac{S_A^I - D_A^{II}}{2} + 200^\circ;$$

➤ Se calculează valoarea **unghiului vertical zenital** (Z_{AS}''), în *sensul invers* de măsurare de la punctul de stație (**A**) la punctul vizat (**S**);

➤ Se calculează valoarea medie a unghiului: $Z_{\text{mediu}} = (Z_{SA}' + Z_{AS}'') / 2$.

Diferența dintre cele două valori ale unghiurilor măsurate pe teren în *sensul direct* (Z_{SA}') și, respectiv, în *sensul invers* (Z_{AS}'') nu trebuie să depășească toleranța admisă dată de eroarea de citire pe cercul vertical și eroarea de colimație.

II.4.10. Precizia măsurării unghiurilor

Precizia măsurării unghiurilor este condiționată de următorii factori: sistemul de citire a gradațiilor unghiulare, metoda de măsurare aplicată, precizia de centrare a aparatului și a semnalului, atenția operatorului, starea atmosferică. Erorile care afectează, măsurarea unghiurilor cu teodolite optice sunt următoarele:

- eroarea de centrare a aparatului în punctul de stație (e_a);
- eroarea de centrare a semnalului pe punctul matematic (e_s);
- eroarea de vizare a semnalului pe punctul matematic (e_v);
- eroarea de citire a gradațiilor pe cercul orizontal și vertical (e_c);
- eroarea de divizare a cercurilor gradate (e_d).

Aceste erori au un caracter accidental, iar efectul lor asupra vizelor se obține cu relația dată de **eroarea medie totală** (e_1) pentru o direcție vizată pe teren:

$$e_1 = \pm \sqrt{e_a^2 + e_s^2 + e_v^2 + e_c^2 + e_d^2}$$

Deoarece unghiul orizontal rezultă din două vize, eroarea care afectează unghiul măsurat se calculează cu relația:

$$e_2 = \pm e_1 \sqrt{2} = \pm \sqrt{2(e_a^2 + e_s^2 + e_v^2 + e_c^2 + e_d^2)}$$

Dacă unghiul se măsoară în poziția I-a și a II-a, sau de mai multe ori, eroarea se reduce în mod corespunzător și se obține cu relația: $e_n = \pm e_2 \sqrt{n}$.

• Teste de autoevaluare U.I. II

1. Care sunt mijloacele de marcarea ale punctelor topografice?
2. Enumerați mijloacele de semnalizare a punctelor topografice.
3. Care este deosebirea între un teodolit și un tahimetru?
4. Descrierea părților componente ale unui teodolit-tahimetru de tip clasic.
5. Care sunt axele principale și mișcările de rotație ale unui teodolit-tahimetru?
6. Clasificarea dispozitivelor de citire a unghiurilor după principiul constructiv.
7. Care sunt operațiile de așezare ale teodolitului în punctul de stație?
8. Care este principiul de măsurare al unui unghi orizontal?
9. Care este principiul de măsurare al unui unghi vertical?
10. Enumerarea metodelor de măsurare a unghiurilor orizontale.
11. Operațiile din faza de calcul ale unui unghi orizontal.
12. Operațiile din faza de calcul ale unui unghi vertical zenital.

• Lucrare de verificare U.I. II

Măsurarea pe teren a unui unghi orizontal prin metoda simplă cu folosirea procedeului cu zerourile în coincidență, în cele două poziții ale lunetei teodolitului-tahimetru clasic și, respectiv, a unghiului vertical zenital format de verticala punctului de stație cu fiecare direcție vizată pe teren.

• Rezumatul U.I. II

Pentru executarea diferitelor ridicări planimetrice și, respectiv, pentru trasarea pe teren a elementelor liniare și unghiulare din proiectele de amenajare a teritoriului agricol trebuie să fie cunoscute atât instrumentele și aparatele topografice folosite, cât și metodele de lucru, care să asigure gradul de precizie necesar al lucrărilor efectuate.

Prin parcurgerea acestui material de studiu, s-a urmărit, descrierea și prezentarea instrumentelor și a metodelor de măsurare care sunt folosite în mod curent, sub aspectul realizării preciziei de măsurare și al randamentului de lucru.

• Bibliografie U.I. II

- Badea Gh.**, *Cadastru general*, Editura Conspress, Bucuresti, 2005
Boș N., Iacobescu O., *Topografie modernă*, Ed. C.H. Beck, București, 2007
Dragomir P., Haret C., Moraru N., Neuner I., Săvulescu C., *Lucrări topografice în cadastru. Ghid*, Editura Matrix Rom, București, 1995

- Grecea C.**, *Complemente de măsurători terestre*, Editura Politehnica, Timișoara, 2006
- Ienciu I., Oprea L.**, *Prelucrarea automată a datelor analitice și grafice din topografie și cadastru*, Editura Aeternitas, Alba Iulia, 2009
- Leu I. N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciotlăuș Ana, Ciolac Valeria**, *Topografie și cadastrul agricol*, Editura Didactică și Pedagogică, R.A., București, 1999
- Leu I.N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciolac Valeria, Ciotlăuș Ana**, *Topografie generală și aplicată - Cadastru*, Editura Universul, București, 2003
- Moca V, Ilioi D.**, *Cadastru funciar general – lucrări și calcule topografice*, Editura Nona, Piatra Neamț, 1998
- Moca V.**, *Topografie și desen tehnic - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” Iași, (CD), 2002
- Moca V.**, *Topografie și cadastru - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” Iași, (CD), 2002
- Nistor Gh.**, *Topografie-Lucrări practice*. Editura Universității Tehnice „Gh. Asachi”, Iași, 2002
- Onose D.**, *Topografie*, Editura Matrix Rom, București, 2004
- Osaci-Costache Gabriela**, *Topografie - Cartografie*. Editura Universitară, București, 2006
- Russu A.**, *Topografie cu elemente de geodezie și fotogrammetrie*, Editura „Ceres”, București, 1975
- Russu A., Boș N., Kiss A.**, *Topografie - geodezie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982
- Turdeanu L.**, *Fotogrammetrie analitică*, Editura Academiei, București, 1997
- x x x** *Colecție de Standarde*, Institutul Român de Standardizare, (Vol. I.), Măsurători Terestre, Editura Tehnică, București, 1997
- x x x** *Măsurători terestre – fundamente, (vol. I, II, III)*, Editura MatrixRom, București, 2002
- x x x** *Lucrări geodezice, topografice, fotogrammetrice și cadastrale*, Editura MatrixRom, București, 2007
- x x x** *Cadastrul și publicitatea imobiliară*, Monitorul Oficial, București, 2007

U.I. III

RIDICĂRI PLANIMETRICE

● Cuprins U.I. III

- III.1. Rețeaua geodezică de sprijin
 - III.1.1. Rețeaua geodezică de sprijin clasică
 - III.1.2. Rețeaua Geodezică Națională - GPS
- III.2. Metoda drumuirii planimetrice
 - III.2.1. Clasificarea drumuirilor planimetrice
 - III.2.2. Condițiile tehnice de execuție ale drumuirilor planimetrice clasice
 - III.2.3. Lucrările din faza de teren ale drumuirilor planimetrice clasice
 - III.2.4. Lucrările din faza de calcul a drumuirii planimetrice clasice
- III.3. Metoda radierii planimetrice
 - III.3.1. Clasificarea radierilor planimetrice
 - III.3.2. Condițiile tehnice de execuție ale radierilor planimetrice clasice
 - III.3.3. Lucrările din faza de teren ale radierilor planimetrice
 - III.3.4. Lucrările din faza de calcul ale radierilor planimetrice
- III.4. Întocmirea planurilor topografice
 - III.4.1. Categori de planuri topografice
 - III.4.2. Metode de întocmire ale planurilor topografice
 - III.4.3. Operațiile pregătitoare și de redactare ale planurilor topografice

● Obiective U.I. III

- Însușirea noțiunilor generale asupra rețelelor geodezice de sprijin;
- Cunoașterea principiilor de măsurare ale unei drumuri planimetrice;
- Formarea unei opinii legate de importanța ridicărilor planimetrice;
- Însușirea lucrărilor din faza de teren ale unei drumuri planimetrice;
- Efectuarea operațiilor de calcul ale unei drumuri planimetrice;
- Definirea principiilor de măsurare prin metoda radierii planimetrice;
- Cunoașterea operațiilor de teren și de calcul ale radierilor planimetrice;
- Formarea unei opinii asupra conținutului planurilor topografice;
- Însușirea metodelor de întocmire ale planurilor topografice;
- Cunoașterea operațiilor pregătitoare și de raportare ale planurilor topografice.

III.1. REȚEAUA GEODEZICĂ DE SPRIJIN

Executarea ridicărilor planimetrice impune existența unei *rețele geodezice de sprijin și de îndesire*, pe care să se sprijine în mod geometric, determinarea poziției planimetrice a punctelor de detaliu ale unei măsurători topografice. Rețeaua geodezică de sprijin a teritoriului României este alcătuită dintr-un *ansamblu de puncte* ce formează o rețea geometrică în care au fost determinate coordonatele rectangulare plane într-un sistem unitar de referință.

Punctele *rețelei geodezice de sprijin*, care formează între ele o rețea de triunghiuri sunt amplasate pe poziții dominante ale terenului. Aceste puncte au fost determinate printr-o precizie superioară, pe baza *coordonatelor rectangulare plane* (X, Y), iar uneori și prin *cotele absolute* (Z). Dispunerea spațială a punctelor unei rețele geodezice de sprijin este reprezentată prin: *lanțuri de triunghiuri, lanțuri de patrulater cu diagonale și lanțuri de poligoane cu punct central*.

III.1.1. Rețeaua geodezică de sprijin clasică

Configurația actuală a rețelei geodezice clasice a rezultat în urma executării lucrărilor de teren și de calcul, care s-au efectuat în două etape distincte.

- *Între anii 1951-1975*, s-a executat triangulația geodezică națională, în sistemul de proiecție **Gauss-Krüger**, pe elipsoidul de referință **Krasovski-1940** și cu sistemul de referință pentru cote **Marea Baltică**.

- *Între anii 1975-1990*, s-a trecut la executarea triangulației geodezice, în sistemul proiecției **Stereografice - 1970**, pe elipsoidul de referință **Krasovski-1940** și cu sistemul de referință pentru cote **Marea Neagră - Constanța 1975**.

În funcție de distanța dintre punctele rețelei geodezice clasice și de precizia măsurătorilor efectuate, s-a diferențiat, *triangulația geodezică clasică de ordin superior și de ordin inferior*, în care au fost incluse cinci ordine de clasificare.

a. Triangulația geodezică clasică de ordin superior este formată din punctele de *ordinul I, II și III*, în sistemul de coordonate al proiecției **Stereografice - 1970**, cu planul de referință pentru cote normale **Marea Neagră - 1975**.

Rețeaua de triangulație de ordin superior a fost desfășurată sub formă de lanțuri de triunghiuri, pe direcția meridianelor și a paralelelor, la distanța între ele de până la **150 ... 250 km**, ale căror vârfuri constituie **ordinul I primordial**.

Spațiile care au rezultat între lanțurile triunghiurilor de **ordinul I primordial** au fost completate cu puncte determinate în aceleași condiții de densitate. Aceste puncte geodezice au format **ordinul I complementar** cu distanța între ele, care formează lungimea laturilor triunghiurilor de până la **30 ... 60 km** (fig. III.1).

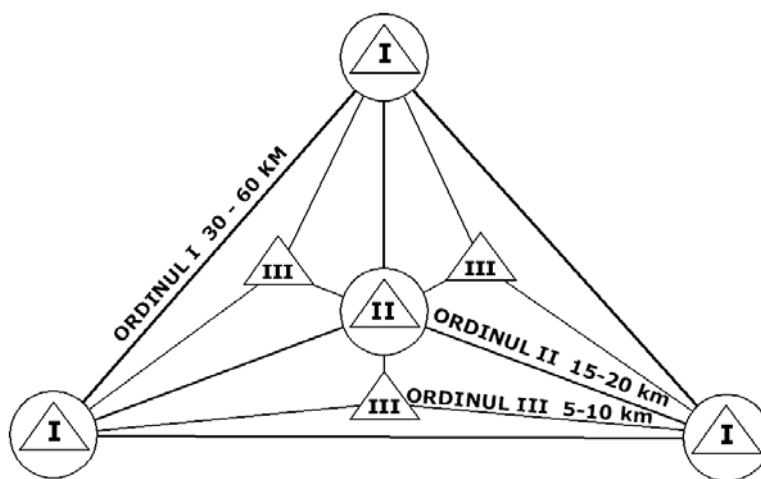


Fig. III.1 – Rețeaua de triangulație geodezică clasică de ordin superior

Rețeaua geodezică de *ordinul I primordial și complementar* a fost îndesită cu puncte de *ordinul II*, la distanța între ele de **15 ... 20 km**, iar în continuare prin puncte de *ordinul III*, cu distanța între ele de **5 ... 10 km**. Punctele de triangulație de *ordinul I* au fost determinate atât pe *elipsoidul de referință*, prin *coordonate geografice* (φ , λ), cât și în planul de proiecție adoptat, prin *coordonate rectangulare* (X , Y). Punctele de *ordinul II și III* au fost determinate numai în planul sistemului de proiecție adoptat. La calculul coordonatelor rectangulare plane a acestei rețele geodezice s-a ținut seama de efectul de curbură al Pământului.

b. Triangulația geodezică clasică de ordin inferior a cuprins puncte de *ordinul IV și V*. Punctele geodezice de *ordinul IV* sunt situate la o distanță între ele, de la **1,5** și până la **3,0 km**, având o densitate de un punct la 200 ha. Punctele de *ordinul V* au fost amplasate la distanța între ele de **0,5 ... 2,0 km** și cu o densitate de un punct la 50 ha. La determinarea coordonatelor rectangulare plane ale acestor puncte nu s-a ținut seama de efectul de curbură al Pământului.

III.1.2. Rețeaua Geodezică Națională - GPS

Rețeaua Geodezică Națională - GPS (*Global Positioning System*) bazată pe *sistemul global de poziționare* a început să fie realizată într-un sistem unitar de referință, după anul 1990, fiind desfășurată în mai multe etape de dezvoltare.

Primele realizări au fost obținute în anii 1994 – 1995, în urma observațiilor continue și simultane, timp de patru zile în șapte puncte: **Constanța, Dealul Piscului (București), Moșnița, Oșorhei, Sfântu Gheorghe, Sârca și Stănculești**.

Pe baza celor *șapte puncte* ce au fost determinate cu o *precizie de poziționare de $\pm 0,3$ cm*, s-a constituit, un prim nucleu de *ordinul AA*, pe care s-a dezvoltat *Rețeaua Geodezică Națională-GPS* din clasele A, B, C, sub coordonarea **Agenciei Naționale de Cadastru și Publicitate Imobiliară (ANCP)**.

În anul 1999 s-a implementat prima stație GPS permanentă din România, la Facultatea de Geodezie din București (**BUCU**), care a fost inclusă mai întâi în rețeaua europeană **EUREF** (**RE**ference **F**rame sub-commision for **EU**Rope) și apoi în rețeaua Internațională **IGS** (**I**nternational **GNSS** **S**ervice).

În perioada 2001-2003 au fost instalate încă cinci noi stații permanente **GPS/GNSS** (**G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystem), în municipiile *Suceava, Cluj-Napoca, Timișoara, Sibiu, Brăila*. Acestea, împreună cu stația **BUCU** au reprezentat baza de dezvoltare a noii rețele geodezice naționale de stații **GNSS** permanente **RGN-SGP** (**RE**țeaua **N**ățională de **S**tații **GNSS** **P**ermanente). Rolul stațiilor permanente îl constituie: detectarea și urmărirea sateliților, înregistrarea și analiza datelor și comunicarea cu alți sateliți sau beneficiari.

Până la începutul anului 2008 s-a realizat *Rețeaua Geodezică Națională-GPS* de clasă A (primară) formată din 28 stații permanente și de clasă B (secundară) formată dintr-un număr de 303 puncte, din care 86 puncte comune cu rețeaua de triangulație geodezică clasică de ordinul I-IV și 217 puncte noi.

Totodată, s-a dezvoltat în România și sistemul de poziționare standardizat sub denumirea de **ROMPOS** (**ROM**anian **P**osition **D**etermination **S**ystem) care a devenit operațional din septembrie 2008. Stațiile de referință **GNSS** sunt interconectate și amplasate la o distanță medie între ele de 70 Km. Coordonatele determinate sunt disponibile atât în sistemul european de referință (**ETRS 89**), cât și în sistemul național de referință **Stereografic-1970**.

La nivelul anului 2012 *Rețeaua Națională de Stații Permanente (RN-SGP)* care s-a dezvoltat în mai multe etape a cuprins un număr de 75 de stații permanente, cu posibilitatea de a furniza date pentru poziționare în mod post procesare și în timp real. Pe lângă stația de referință din București (**BUCU**), alte patru stații din Bacău (**BACA**), Baia-Mare (**BAIA**), Constanța (**COST**) și Deva (**DEVA**), au fost incluse în *Rețeaua Europeană de Stații Permanente (EPN)*.

Rețeaua națională de stații permanente și, respectiv, receptoarele GPS captează semnale satelitare de la cel puțin 3-4 sateliți care se deplasează permanent în jurul Pământului. Segmentul spațial de poziționare globală este asigurat de **NAVSTAR GPS** (**NAV**igation **S**ignal **T**iming **A**nd **R**anging) și **GLONASS** (**G**LObalnaya **N**AVigatsionnaya **S**putnikovaya **S**istema).

III.2. METODA DRUMUIRII PLANIMETRICE

Prin *metoda drumuirii* se determină *poziția planimetrică* a unei rețele de puncte, pe baza măsurării pe teren a lungimii laturilor, a unghiurilor orizontale formate de câte două laturi adiacente și a unghiurilor verticale. Drumuirile se desfășoară pe trasee sprijinite pe punctele de coordonate cunoscute ale *rețelei geodezice de ordinul I-V* și alte puncte vechi.

III.2.1. Clasificarea drumuirilor planimetrice

Drumuirile se execută în condițiile terenurilor cu mare densitate de puncte caracteristice ale detaliilor topografice. În funcție de aparatele și metodele de măsurare folosite se disting următoarele criterii de clasificare ale drumuirilor.

a. După importanța ridicării topografice

- *Drumuire ca metodă fundamentală de ridicare*, care se aplică pe suprafețe de până la 200 ha pe terenuri plane, și până la 100 ha pe terenuri cu relief accidentat;
- *Drumuire ca metodă ajutătoare* se aplică în cazul măsurătorilor pe suprafețe mari, care se sprijină pe punctele rețelei de triangulație geodezică.

b. După modul de măsurare a lungimii laturilor

- *Drumuire planimetrică*, unde lungimea laturilor se măsoară numai pe cale directă în cele două sensuri ale traseului, cu panglica de oțel de 50 m;
- *Drumuire tahimetrică*, unde lungimea laturilor se măsoară numai pe cale indirectă în cele două sensuri ale traseului, pe cale optică și/sau electrooptică.

c. După modul de determinare a orientărilor laturilor

- *Drumuire cu orientări directe măsurate pe teren*, în mod succesiv dintr-un punct, în alt punct de stație, pornindu-se de la orientarea unei direcții de referință;
- *Drumuire cu orientări prin calcul* care sunt determinate în funcție de orientarea unei direcții de referință și de unghiurile orizontale dintre laturile traseului.

d. După forma geometrică a traseului

- *Drumuire sprijinită pe două puncte geodezice* de coordonate cunoscute;
- *Drumuire închisă pe un punct geodezic* de coordonate cunoscute.

e. După ordinul punctelor rețelei geodezice de sprijin

- *Drumuire primară* sprijinită pe două puncte ale rețelei geodezice;
- *Drumuire secundară* sprijinită la un capăt pe un punct geodezic, iar la celălalt capăt pe un punct al drumuirii primare;
- *Drumuire terțiară* sprijinită la un capăt pe un punct al drumuirii primare, iar la celălalt capăt pe un punct al drumuirii secundare.

III.2.2. Condițiile tehnice de execuție ale drumurilor planimetrice clasice

În funcție de importanța ridicărilor și de precizia măsurătorilor efectuate prin *metoda drumurilor planimetrice clasice* sunt menționate o serie de reglementări de bază, cu privire la *proiectarea traseelor și alegerea punctelor de drumuire*:

- **Punctele drumuirii** se vor alege pe cât posibil în apropierea punctelor caracteristice ale detaliilor planimetrice ce urmează să fie ridicate în plan, prin metoda radierii avându-se în vedere accesibilitatea staționării cu aparatul și asigurarea vizelor către toate punctele vecine punctului de stație.
- **Traseul drumuirii** să fie proiectat pe cât posibil liniar.
- **Lungimea desfășurată a unei drumuri primare clasice** să nu depășească **2 000 m** în localități și **3 000 m** în afara localităților.
- **Lungimea laturilor unei drumuri planimetrice clasice** trebuie să fie aproximativ egală, iar trecerea de la laturile lungi la cele scurte să se facă treptat.
- **Lungimea medie a laturilor** este cuprinsă între **100 – 200 m**, lungimea maximă să nu trebuie să depășească **300 m**, iar cea **minimă** să fie de **50 m**.
- **Numărul de laturi a drumuirii** să fie **mai mic sau egal cu 30**.
- **Numerotarea punctelor de drumuire** se face cu cifre arabe, folosindu-se următoarele numere: **201, 202, 203,..., 500**.

III.2.3. Lucrările din faza de teren a drumuirii planimetrice clasice

În faza de teren a drumurilor planimetrice se efectuează, mai întâi, *delimitarea și recunoașterea terenului, alegerea traseului, marcarea punctelor prin borne sau țăruiși* și apoi se trece la operațiile de măsurare propriu-zise.

- **Măsurarea distanțelor în cazul drumurilor principale clasice** se efectuează pe cale directă cu panglica de oțel de 50 m, în ambele sensuri ale laturilor, iar în cazul **drumurilor secundare și terțiare**, într-un singur sens, dar cu verificare pe cale indirectă, în limitele de precizie ale normelor tehnice.
- **Măsurarea unghiurilor orizontale** se efectuează prin metoda simplă și procedeul prin diferența citirilor sau prin **metoda orientărilor directe**, care constă din orientarea aparatului pe direcția nord în primul punct de stație, cu ajutorul orientării direcției de referință calculată din coordonate.
- **Măsurarea unghiurilor verticale**, se efectuează în ambele poziții ale lunetei și în ambele sensuri de măsurare ale fiecărei laturi a drumuirii. Unghiurile verticale se măsoară pe teren concomitent cu unghiurile orizontale, vizându-se de fiecare dată cu firul reticular orizontal pe mira topografică din punctul considerat, la o valoare egală cu înălțimea aparatului din punctul de stație.

III.2.4. Lucrările din faza de calcul a drumuirii planimetrice clasice

Pentru ridicarea topografică a unei suprafețe de teren s-a folosit o drumuire planimetrică închisă pe un punct al rețelei geodezice de sprijin A (X_A , Y_A), din care, s-a vizat și un al doilea punct B (X_B , Y_B) al direcției de referință (fig. III.2).

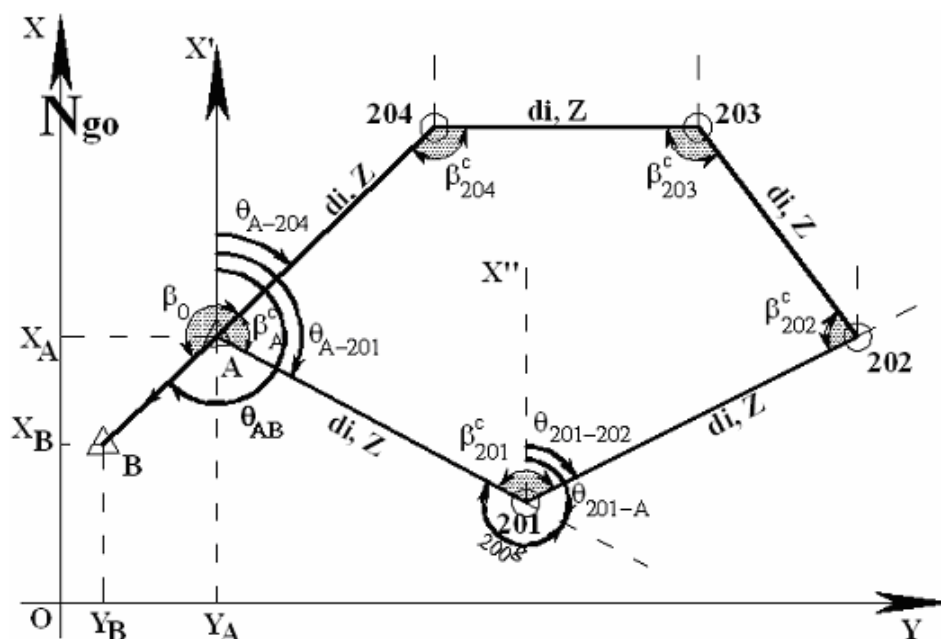


Fig. III.2 – Schița drumuirii planimetrice închise

Pe baza elementelor liniare și unghiulare rezultate din faza de teren, redată în figura III.2 se efectuează operațiile de calcul ale drumuirii planimetrice închise.

- Lungimile înclinate ale laturilor drumuirii (d_i) măsurate pe cale directă.
- Unghiul orizontal de legătură (β_0) format de direcția de referință (A-B) și ultima latură a traseului drumuirii planimetrice închise (A-204).
- Unghiurile orizontale (β_i) măsurate cu o singură serie de observații.
- Unghiurile verticale zenitale (Z_i) ale fiecărei laturi a drumuirii.

a. Calculul orientării direcției de referință a drumuirii (θ_{AB})

În funcție de coordonatele rectangulare plane ale punctelor rețelei geodezice de sprijin, se calculează orientarea (θ_{AB}), în sistemul oficial al proiecției Stereografice -1970, cu relația:

$$\operatorname{tg} \theta_{AB} = \frac{(Y_B - Y_A)}{(X_B - X_A)}, \text{ de unde se obține : } \theta_{AB}^g = \arctg \left| \frac{(Y_B - Y_A)}{(X_B - X_A)} \right|$$

La extragerea din calculator a **valorii unghiului** (θ_{A-B}^g) se obține unghiul redus la primul cadran topografic ($\beta_I, \beta_{II}, \beta_{III}, \beta_{IV}$), care este mai mic de 100^g .

Pentru calculul orientării (θ_{AB}), care poate să fie situată în unul din cele patru cadrane ale cercului topografic, se aplică una din relațiile de mai jos:

- **cadranul I (NE)** (β_I) $\Rightarrow \theta_{AB} = \beta_I$;
- **cadranul II (SE)** (β_{II}) $\Rightarrow \theta_{AB} = 200^g - \beta_{II}$;
- **cadranul III (SV)** (β_{III}) $\Rightarrow \theta_{AB} = 200^g + \beta_{III}$;
- **cadranul IV (NV)** (β_{IV}) $\Rightarrow \theta_{AB} = 400^g - \beta_{IV}$.

b. Compensarea unghiurilor orizontale ale drumuirii planimetrice închise

Suma unghiurilor orizontale într-un poligon oarecare, care formează traseul unei drumuirii planimetrice închise cu „ n ” laturi este dată de relația generală:

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 200^g (n - 2) \quad \text{în care „} n \text{” este numărul laturilor poligonului.}$$

Datorită *erorilor de măsurare* ale unghiurilor orizontale relația de mai sus nu este îndeplinită, deoarece *suma unghiurilor măsurate pe teren* ($\sum \beta_i$) nu este egală cu *suma teoretică* $200^g (n - 2)$, de unde rezultă *o eroare de închidere*.

$$E_\beta = \sum_{i=1}^n \beta_i - 200^g (n - 2)$$

Eroarea de închidere pe unghiurile orizontale (E_β), trebuie să fie mai mică decât toleranța admisă ($E_\beta \leq T_\beta$), în care: $T_\beta = 1^{\circ} 50^{\circ} \sqrt{n}$. Prin operația de compensare a unghiurilor orizontale, se realizează din punct de vedere geometric închiderea pe unghiurile poligonului considerat, care cuprinde următoarele operații:

• *Se determină corecția totală* (C_β), care trebuie să fie egală și de semn contrar cu eroarea de închidere pe unghiurile orizontale: $C_\beta = -(\pm E_\beta)$;

• *Se determină corecția unitară*, relația de forma: $c_\beta^u = \frac{C_\beta}{n} = -\left(\pm \frac{E_\beta}{n}\right)$;

• *Se repartizează corecția unitară* (c_β^u), în mod egal, tuturor unghiurilor măsurate pe teren (β_i), care vor deveni unghiuri orizontale compensate:

$$\beta_A^c = \beta_A + c_\beta^u; \quad \beta_{201}^c = \beta_{201} + c_\beta^u; \dots; \quad \beta_{204}^c = \beta_{204} + c_\beta^u.$$

• *Se verifică operația de compensare a unghiurilor orizontale* măsurate pe teren într-un poligon oarecare, cu formula:

$$\sum_{i=1}^n \beta_i^c = 200^g (n - 2)$$

c. Calculul orientărilor laturilor drumurii planimetrice închise

În funcție de elementele cunoscute: *orientarea direcției de referință* (θ_{A-B}), *unghiul de legătură* (β_0) și *unghiurile orizontale compensate* (β_i^c) se efectuează calculul orientărilor laturilor drumurii planimetrice închise.

• În punctul de drumuire (*A*), se determină orientarea ultimei laturi (θ_{A-204}) și a primei laturi (θ_{A-201}), cu ajutorul următoarelor relații:

$$\theta_{A-204} = \theta_{A-B} + \beta_0$$

și

$$\theta_{A-201} = \theta_{A-204} + \beta_A^c$$

• În punctul de drumuire (*201*), se calculează orientarea laturii ($\theta_{201-202}$), funcție de orientarea primei laturi (θ_{A-201}) și de unghiul compensat (β_{201}^c):

$$\theta_{201-202} = \theta_{A-201} + 200^g + \beta_{201}^c$$

• În punctele (*202*), (*203*), (*204*) se determină în mod asemănător, orientările celorlalte laturi ale traseului drumurii planimetrice:

$$\theta_{202-203} = \theta_{201-202} + 200^g + \beta_{202}^c$$

$$\theta_{203-204} = \theta_{202-203} + 200^g + \beta_{203}^c$$

$$\theta_{204-A} = \theta_{203-204} + 200^g + \beta_{204}^c$$

• Se verifică modul de calcul al orientărilor laturilor drumurii, cu relația de legătură dintre orientarea directă (θ_{204-A}) și inversă (θ_{A-204}) a ultimei laturi:

$$\theta_{A-204} = \theta_{204-A} \pm 200^g$$

d. Reducerea la orizont a lungimii laturilor drumurii planimetrice

Se efectuează în funcție de mărimea *distanțelor înclinate* (d_i) care s-au măsurat pe cale directă sau indirectă, a *unghiurilor verticale de pantă* (α) și/sau a *unghiurilor verticale zenitale* (Z), folosindu-se următoarele formule:

$$d_o = d_i \cdot \cos \alpha = d_i \cdot \sin Z \quad - \text{pentru distanțe măsurate pe cale directă;}$$

$$d_o = d_i \cdot \cos^2 \alpha = d_i \cdot \sin^2 Z \quad - \text{pentru distanțe măsurate pe cale indirectă.}$$

e. Calculul coordonatelor relative ale drumurii planimetrice

Din punct de vedere principal coordonatele rectangulare relative (ΔX , ΔY) dintre punctele unei drumuri reprezintă creșteri ale coordonatelor dintre punctul dat și punctul precedent și așa mai departe.

Coordonatele rectangulare relative se calculează pentru fiecare latură a drumurii în funcție de mărimea distanței reduse la orizont și, respectiv, de orientarea laturii considerate, cu următoarele formule:

$$\begin{aligned}
\Delta X_{A-201} &= \Delta X_1 = do_{A-201} \cdot \cos\theta_{A-201} & \Delta Y_{A-201} &= \Delta Y_1 = do_{A-201} \cdot \sin\theta_{A-201} \\
\Delta X_{201-202} &= \Delta X_2 = do_{201-202} \cdot \cos\theta_{201-202} & \Delta Y_{201-202} &= \Delta Y_2 = do_{201-202} \cdot \sin\theta_{201-202} \\
\Delta X_{202-203} &= \Delta X_3 = do_{202-203} \cdot \cos\theta_{202-203} & \Delta Y_{202-203} &= \Delta Y_3 = do_{202-203} \cdot \sin\theta_{202-203} \\
\Delta X_{203-204} &= \Delta X_4 = do_{203-204} \cdot \cos\theta_{203-204} & \Delta Y_{203-204} &= \Delta Y_4 = do_{203-204} \cdot \sin\theta_{203-204} \\
\Delta X_{204-A} &= \Delta X_5 = do_{204-A} \cdot \cos\theta_{204-A} & \Delta Y_{204-A} &= \Delta Y_5 = do_{204-A} \cdot \sin\theta_{204-A}
\end{aligned}$$

f. Compensarea coordonatelor relative ale drumuirii planimetrice închise

Coordonatele relative (ΔX , ΔY) calculate în funcție de distanțe și orientări sunt însoțite de erorile de măsurare pe teren a lungimii laturilor și, respectiv, a unghiurilor orizontale, cu observația că distanța nu este compensată, iar într-o etapă anterioară s-a efectuat compensarea unghiurilor orizontale.

În cazul drumuirii planimetrice închise pe **punctul de sprijin A** (X_A , Y_B), sumele algebrice ale coordonatelor relative care reprezintă proiecțiile laturilor drumuirii pe cele două axe trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

$$\sum_{i=1}^n \Delta X_i = 0,000m \quad \text{și} \quad \sum_{i=1}^n \Delta Y_i = 0,000m$$

Din cauza erorilor de măsurare a distanțelor și a unghiurilor, se vor obține erori de închidere pe cele două axe de coordonate (**OX și OY**):

$$\sum_{i=1}^n \Delta X_i = \pm(e_x) \quad \text{și} \quad \sum_{i=1}^n \Delta Y_i = \pm(e_y)$$

Pe baza celor două *erori liniare* ale drumuirii pe direcția absciselor (e_x) și pe direcția ordonatelor (e_y), se determină, mai întâi, eroarea totală a drumuirii (E_L), cu următoarea expresie:

$$E_L = \sqrt{e_x^2 + e_y^2} \quad [m] .$$

Eroarea totală (E_L) nu trebuie să depășească toleranța admisă de închidere a coordonatelor (T_L), atât în cazul măsurărilor din localități (**intravilane**), cât și a celor efectuate în afara localităților (**extravilane**), care se obțin cu relațiile:

$$T_L = 0,003\sqrt{D} + \frac{D}{2600} \quad (\text{intravilane}) \quad [m] ;$$

$$T_L = 0,0045\sqrt{D} + \frac{D}{1733} \quad (\text{extravilane}) \quad [m] ;$$

unde: $D = \sum_{i=1}^n d_{0i}$ este **lungimea totală** a traseului drumuirii planimetrice în metri.

Pentru terenurile cu pante mai mari de **5^g**, toleranțele din afara localităților, se majorează cu **25 %**, pentru pante cuprinse între **5^g și 10^g**; cu **50 %**, pentru pante cuprinse între **10^g și 15^g** și cu **100%** pentru pante mai mari de **15^g**.

Dacă $E_L \leq T_L$ se trece la operația de compensare a erorii de închidere pe coordonatele relative, care se face în mod proporțional cu mărimea acestora.

➤ **Se calculează corecțiile totale (C_X și C_Y), care trebuie să fie egale și de semn contrar cu erorile de închidere (e_X și e_Y) pe cele două axe (OX și OY):**

$$C_X = -(\pm e_X) \quad \text{și} \quad C_Y = -(\pm e_Y)$$

➤ **Se determină corecțiile unitare c_X^u și c_Y^u cu relațiile de forma:**

$$c_X^u = \frac{C_X (cm)}{\sum_{i=1}^n |\Delta X| (m)} = -\frac{e_X (cm)}{\sum_{i=1}^n |\Delta X| (m)} \quad \text{și} \quad c_Y^u = \frac{C_Y (cm)}{\sum_{i=1}^n |\Delta Y| (m)} = -\frac{e_Y (cm)}{\sum_{i=1}^n |\Delta Y| (m)}$$

➤ **Se exprimă corecțiile parțiale în funcțiile de corecțiile unitare c_X^u și c_Y^u și de mărimea coordonatelor relative ΔX_i și ΔY_i , cu ajutorul cărora se compensează coordonatele rectangulare relative:**

$$\begin{aligned} c\Delta X_1 &= c_X^u \cdot |\Delta X_1|; & c\Delta Y_1 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_1|; \\ c\Delta X_2 &= c_X^u \cdot |\Delta X_2|; & c\Delta Y_2 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_2|; \\ c\Delta X_3 &= c_X^u \cdot |\Delta X_3|; & c\Delta Y_3 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_3|; \\ c\Delta X_4 &= c_X^u \cdot |\Delta X_4|; & c\Delta Y_4 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_4|; \\ c\Delta X_5 &= c_X^u \cdot |\Delta X_5|; & c\Delta Y_5 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_5|; \end{aligned}$$

➤ **Se verifică dacă suma corecțiilor parțiale, este egală și de semn contrar cu mărimea corecțiilor totale pe cele două axe de coordonate:**

$$\sum c\Delta X_i = C_X \quad \text{și} \quad \sum c\Delta Y_i = C_Y$$

➤ **Se determină coordonatele relative compensate** care rezultă din însumarea algebrică a coordonatelor relative provizorii cu valorile corecțiilor parțiale determinate mai sus, cu expresiile de forma:

$$\begin{aligned} \Delta X_1^c &= \Delta X_1 + c\Delta X_1; & \Delta Y_1^c &= \Delta Y_1 + c\Delta Y_1; \\ \Delta X_2^c &= \Delta X_2 + c\Delta X_2; & \Delta Y_2^c &= \Delta Y_2 + c\Delta Y_2; \\ \Delta X_3^c &= \Delta X_3 + c\Delta X_3; & \Delta Y_3^c &= \Delta Y_3 + c\Delta Y_3; \\ \Delta X_4^c &= \Delta X_4 + c\Delta X_4; & \Delta Y_4^c &= \Delta Y_4 + c\Delta Y_4; \\ \Delta X_5^c &= \Delta X_5 + c\Delta X_5; & \Delta Y_5^c &= \Delta Y_5 + c\Delta Y_5; \end{aligned}$$

➤ **Controlul final al modului de compensare al coordonatelor rectangulare relative**, se face prin suma coordonatelor relative compensate, care trebuie să îndeplinească cele două condiții geometrice de închidere pe direcția axelor de coordonate (OX și OY):

$$\sum_{i=1}^n \Delta X_i^c = 0,000m \quad \text{și} \quad \sum_{i=1}^n \Delta Y_i^c = 0,000m$$

g. Calculul coordonatelor rectangulare absolute ale drumuirii planimetrice

Se efectuează în funcție de *coordonatele absolute ale punctului geodezic de sprijin A* (X_A , Y_A) la care se adună algebric, în mod succesiv și cumulat coordonatele relative compensate, folosindu-se expresiile.

$$\begin{array}{ll}
 \boxed{X_A = \text{cunoscut}} & ; \quad \boxed{Y_A = \text{cunoscut}} \\
 X_{201} = X_A + \Delta X_1^c & ; \quad Y_{201} = Y_A + \Delta Y_1^c \\
 X_{202} = X_{201} + \Delta X_2^c & ; \quad Y_{202} = Y_{201} + \Delta Y_2^c \\
 X_{203} = X_{202} + \Delta X_3^c & ; \quad Y_{203} = Y_{202} + \Delta Y_3^c \\
 X_{204} = X_{203} + \Delta X_4^c & ; \quad Y_{204} = Y_{203} + \Delta Y_4^c \\
 \boxed{X_A = X_{204} + \Delta X_5^c} & ; \quad \boxed{Y_A = Y_{204} + \Delta Y_5^c}
 \end{array}$$

Cu ultimele relații de calcul ale coordonatelor punctului A (X_A , Y_A), se face verificarea finală, prin care coordonatele calculate pentru punctul final trebuie să fie egale cu coordonatele cunoscute inițial.

III.3. METODA RADIERII PLANIMETRICE

Din punct de vedere principal, metoda radierii este folosită atât ca metodă fundamentală, cât și ca metodă ajutătoare de ridicare topografică.

III.3.1. Clasificarea radierilor planimetrice

➤ *Radierea planimetrică ca metodă fundamentală*, se aplică în cazul suprafețelor **relativ mici**, unde ridicarea detaliilor topografice se poate face dintr-o singură stație. Acest punct de coordonate cunoscute în sistemul oficial al proiecției STEREOGRAFICE – 1970 face parte din rețeaua geodezică de sprijin.

Se consideră **punctul 201** al rețelei geodezice de sprijin de coordonate cunoscute, situat aproximativ în mijlocul unei parcele de *teren arabil (A)*, care formează obiectul unei ridicări topografice (fig. III.3).

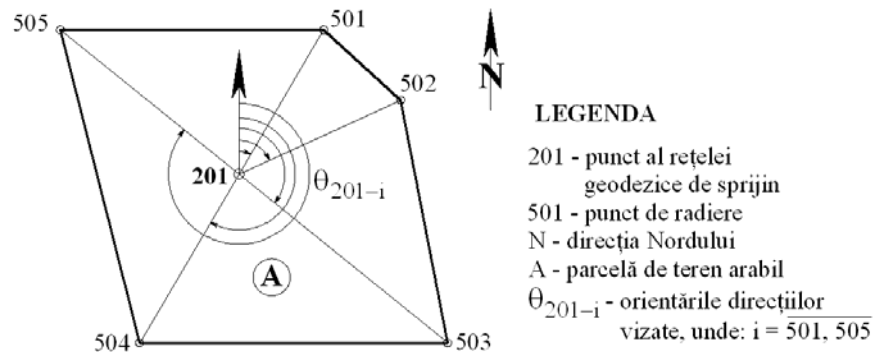


Fig. III.3 Radierea planimetrică ca metodă fundamentală

În funcție de scara planului topografic care urmează să fie întocmit și de precizia ridicării, distanțele dintre *punctul de stație (201)* și *punctele vizate de radiere (501, 502, ...)* sunt cuprinse între **30-50 m** și până la **100-150 m**. Prin metoda fundamentală a radierii planimetrice se poate determina poziția în plan a unui număr de până la **20-25 puncte**, iar uneori mai mare.

➤ *Radieră planimetrică ca metodă ajutătoare de ridicare*, se folosește în cazul unor suprafețe mai mari de teren și/sau cu o densitate mare de puncte, fiind combinată în mod obișnuit cu metoda drumuirii planimetrice.

III.3.2. Condițiile tehnice de execuție ale radierelor planimetrice clasice

La executarea ridicărilor topografice prin metoda radierii folosită ca metodă fundamentală și/sau ca metodă ajutătoare împreună cu metoda drumuirii planimetrice trebuie să fie îndeplinite o serie de condiții tehnice.

- *Măsurarea distanțelor dintre punctul de stație și punctele radiate* se efectuează pe cale directă cu panglica de oțel de 50 m și/sau pe cale indirectă.
- *Lungimea vizelor* către punctele radiate să nu depășească **100 m** pentru detaliile planimetrice și, respectiv, **150 m** pentru detaliile altimetrice.
- *Măsurarea unghiurilor orizontale și verticale* se efectuează, în mod obișnuit, într-o singură poziție a lunetei teodolitului-tahimetru.
- *Numerotarea punctelor de radiere* se efectuează cu cifre arabe în succesiunea desfășurării pe teren a măsurătorilor din fiecare stație a drumuirii planimetrice (**501, 502, 503, 504, ..., 1 000**), pe baza schițelor parțiale ale ridicării.

III.3.3. Lucrările din faza de teren ale radierilor planimetrice

Pentru ridicarea în plan a detaliilor topografice din *punctul de drumuire 201* se determină poziția *punctelor radiate 501 și 504*, pe baza operațiilor de măsurare a unghiurilor și a distanțelor în succesiunea directă a vizelor transmise.

Se consideră traseul parțial al unei drumuirii planimetrice: **201-202-203-...** și poziția punctelor de radiere **501, 502, 503, 504** de pe conturul unei clădiri (CC) și observațiile efectuate în *punctul de drumuire 201* (fig. III.4).

• *Unghiurile orizontale* (β_{501} , β_{504}) formate de către latura drumuirii (**201-A**) cu direcțiile succesive către punctele radiate.

• *Unghiurile verticale zenitale* ($Z_{201-501}$, $Z_{201-504}$) ale direcțiilor vizate din punctul de stație al drumuirii, către punctele radiate;

• *Distanțele* ($d_{201-501}$, $d_{201-504}$) dintre punctul de stație al drumuirii și punctele de detaliu vizate pe teren.

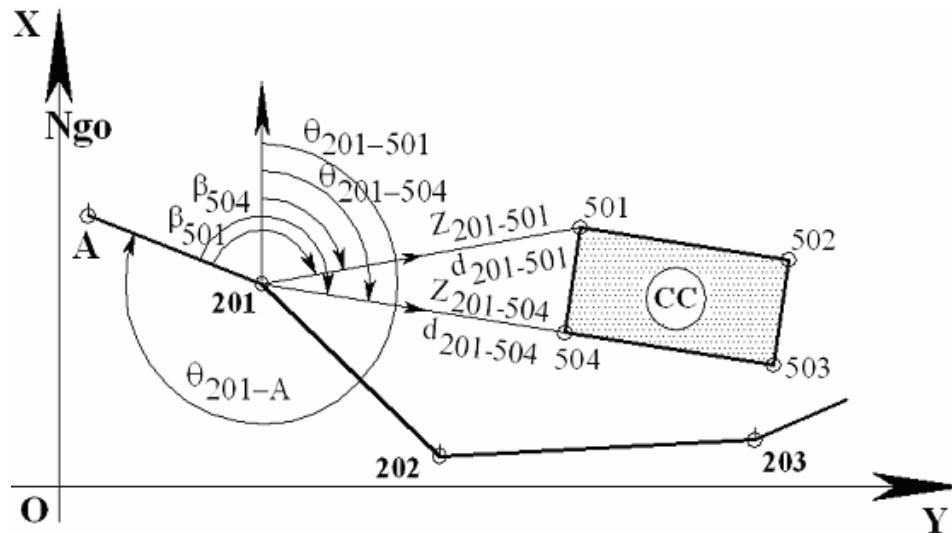


Fig. III.4 –Metoda drumuirii planimetrice, combinată cu metoda radierii

III.3.4. Lucrările din faza de calcul ale radierilor planimetrice

În funcție de coordonatele cunoscute ale punctului de drumuire 201 și de elementele măsurate pe teren se calculează coordonatele rectangulare absolute ale punctelor radiate cu relațiile cunoscute, în succesiunea de mai jos.

• **Orientările vizelor punctelor radiate** se determină în funcție de *orientarea direcției de referință* și de unghiurile orizontale de legătură:

$$\theta_{201-501} = \theta_{201-A} + \beta_{501} \quad \text{și} \quad \theta_{201-504} = \theta_{201-A} + \beta_{504}$$

• **Distanțele înclinate**, care pe teren s-au măsurat pe cale directă cu panglica de oțel de 50 m, se reduc la orizont cu relațiile:

$$do_{201-501} = di_{201-501} \cdot \sin Z_{201-501} \quad \text{și} \quad do_{201-504} = di_{201-504} \cdot \sin Z_{201-504}$$

• **Coordonatele rectangulare relative**, se exprimă în funcție coordonatele polare (θ , d_0) ale punctelor radiate cu formulele cunoscute:

$$\Delta X_{201-501} = do_{201-501} \cdot \cos \theta_{201-501} \quad \text{și} \quad \Delta Y_{201-501} = do_{201-501} \cdot \sin \theta_{201-501}$$

$$\Delta X_{201-504} = do_{201-504} \cdot \cos \theta_{201-504} \quad \text{și} \quad \Delta Y_{201-504} = do_{201-504} \cdot \sin \theta_{201-504}$$

• **Coordonatelor rectangulare absolute** se obțin în funcție de coordonatele cunoscute ale punctului de stație și de coordonatele relative, cu expresiile:

$$X_{501} = X_{201} + \Delta X_{201-501} \quad \text{și} \quad Y_{501} = Y_{201} + \Delta Y_{201-501}$$

$$X_{504} = X_{201} + \Delta X_{201-504} \quad \text{și} \quad Y_{504} = Y_{201} + \Delta Y_{201-504}$$

Precizia de determinare a coordonatelor rectangulare absolute ale punctelor radiate, este condiționată de erorile de măsurare a unghiurilor și distanțelor, avându-se în vedere faptul că, aceste coordonate nu se compensează.

III.4. ÎNTOCMIREA PLANURILOR TOPOGRAFICE

Metodele folosite de-a lungul timpului pentru întocmirea planurilor topografice au fost determinate de o serie de factori, cu privire la: *mărimea suprafeței terenului, scara numerică și precizia de redactare*. În ultimele decenii, s-a remarcat, o trecere rapidă de la *procedeul de desenare manuală pe suport de hârtie a planului topografic la procesarea datelor provenite din măsurători și la redactarea automatizată*.

III.4.1. Categoriile de planuri topografice

În urma efectuării tuturor operațiilor de măsurare și de procesare a datelor obținute se trece la etapa de raportare a coordonatelor rectangulare, în vederea întocmirii și redactării planului topografic. Principalele categorii de planuri utilizate în activitatea practică sunt clasificate după o serie de criterii.

a. După conținutul reprezentării grafice convenționale

- **Planul topografic de bază** este întocmit în mod unitar pe întregul teritoriu al țării, într-un singur sistem de proiecție cartografică, care cuprinde *reprezentarea grafică în sistemul 3D* a elementelor de *planimetrie, hidrografie și altimetrie*.

- **Planul cadastral de bază** este întocmit în mod unitar pentru toate unitățile administrativ-teritoriale, care cuprinde *reprezentarea grafică în sistemul 2D* a tuturor imobilelor componente ale fiecărui sector cadastral, precum și legătura acestora cu datele existente în evidența registrelor cadastrale.

- **Planul de situație** cuprinde reprezentarea grafică convențională a unei suprafețe mici de teren, care include atât planimetria, cât și formele de relief.

- **Planul cotat** cuprinde reprezentarea unidimensională (1D) a reliefului terenului printr-o serie de puncte cotate de pe o suprafață sau de pe o direcție.

- **Planul de detaliu** se întocmește la scară mare sau foarte mare, în vederea reprezentării diferitelor elemente sau grupuri de elemente caracteristice.

b. După modul de redactare și/sau de prezentare

- **Planul în format grafic sau analogic**, pe suport clasic de hârtie;

- **Planul în format numeric sau digital**, arhivat în memoria calculatorului, care poate să fie afișat, analizat și listat sau livrat pe suport magnetic.

c. După modul de obținere a datelor primare

- **Planuri topografice** sunt obținute pe baza datelor primare ale procesului de măsurare directă a terenului, care a format obiectul unei ridicări;

- **Planuri restituite** sunt bazate pe înregistrările fotoaeriene preluate și prelucrate cu aparatură fotogrammetrică de specialitate.

III.4.2. Metode de întocmire ale planurilor topografice

Dintre metodele folosite în procesul tehnologic de întocmire a planurilor topografice sunt evidențiate cele mai utilizate în producția cartografică.

a. Digitizarea sau scanarea – vectorizarea planurilor topografice

Operațiunea propriu-zisă de digitizare a unui plan analogic existent se desfășoară, din punct de vedere practic, sub asistența unui SOFT corespunzător.

Prin utilizarea diferitelor programe se asigură în funcție de randamentul acestora, îndeplinirea următoarelor cerințe tehnice: *culegerea, stocarea, gestiunea, prelucrarea și arhivarea datelor numerice*.

Procesul de conversie al planului grafic în formă numerică prin utilizarea procesului de scanare-vectorizare cuprinde o serie de etape: *vectorizarea automată, generare topologie, verificări și corectări, racordarea foilor vecine, regenerare topologie care sunt finalizate prin încărcarea planului digital cu o serie de atribute*.

b. Metoda măsurătorilor topografice clasice și/sau automatizate

Metodele topografice clasice și/sau moderne sunt utilizate în vederea întocmirii planurilor topografice necesare lucrărilor de urbanism, la scara 1 : 1 000 și 1 : 500. Pe baza datelor numerice se întocmește: *fișierul punctelor, fișierele elementelor măsurate și desenul definitiv al planului topografic*.

c. Metoda fotogrammetriei digitale

Obținerea datelor pe cale fotogrammetrică este posibilă ca urmare a utilizării unor senzori sau captatori fotogrammetrici. În urma unor transformări digitale, sunt furnizate coordonatele plane măsurate în spațiul modelului stereoscopic al terenului. Scopul aerofotografierii digitale îl constituie obținerea ortofotoplanului în format digital, adecvat interpretării și vectorizării parcelelor.

d. Metoda fotogrammetrică combinată cu metoda topografică

În cazul localităților urbane și rurale, cu densitate mare de puncte caracteristice ale terenului, unde se solicită întocmirea de planuri topografice și cadastrale, la scări mari și foarte mari, se folosește, în mod obișnuit, metoda fotogrammetrică asociată cu metoda topografică clasică și/sau modernă.

e. Metoda tehnologiei satelitare GPS-GNSS

Se bazează pe folosirea *receptoarelor GPS de precizie geodezică*, care asigură poziționarea planimetrică precisă a punctelor caracteristice ale terenului, pe baza cărora se procedează la întocmirea și redactarea în sistemul automatizat a unor planuri topografice de situație, cu utilizare în diferite activități.

III.4.3. Operațiile pregătitoare și de redactare ale planurilor topografice

În procesul tehnologic clasic de întocmire a planurilor topografice sunt folosite următoarele instrumente și echipamente: *coordonatograful rectangular; coordonatograful polar; raportoare clasice; echere geometrice; rigle gradate; compasul sau distanțierul și altele.*

În procesul automatizat de întocmire a planului digital sunt folosite următoarele echipamente: *softuri de cartografiere, arhivare și editare asociate cu calculatoare performante (PC), plottere, imprimante și altele.*

În faza pregătitoare a întocmirii unui plan topografic, în sistemul reprezentării clasice sau automatizate, se verifică și se definitivează ***inventarul general de coordonate rectangulare plane (X, Y)*** ale tuturor punctelor determinate în urma măsurătorilor de teren, care urmează să fie raportate.

a. Stabilirea formatului de desen al suportului grafic

Întocmirea și redactarea planurilor topografice în sistemul reprezentării clasice la scări mai mari 1: 2 000 s-a efectuat, în mod obișnuit, pe hârtie milimetrică, pe baza inventarului de coordonate. Pentru stabilirea mărimii formatului de desen tehnic, se parcurg o serie de etape distincte.

• ***Se vor extrage valorile maxime și minime ale absciselor și ordonatelor,*** din inventarul de coordonate pe baza cărora se vor obține ***diferențele maxime*** pe direcțiile celor două axe de coordonate ale suprafeței măsurate

$$\Delta X = X_{\max} - X_{\min}; \quad \Delta Y = Y_{\max} - Y_{\min}$$

• ***Cele două valori obținute ($\Delta X, \Delta Y$) se reduc, mai întâi, la scara numerică a planului (1: N), după care, se adaugă un plus de 10 ... 20 cm, pentru ambele direcții, obținându-se lungimea și lățimea standard a formatului de desen tehnic (a x b) al suportului grafic.***

• ***Se stabilește originea sistemului rectangular de axe de coordonate plane prin două valori (X_0, Y_0), care să fie mai mici decât valorile minime ($X_{\min}, Y_{\min}$) ale inventarului de coordonate care urmează să fie raportate.***

• ***Pe baza îndeplinirii condițiilor ($X_0 < X_{\min}$) și ($Y_0 < Y_{\min}$), se asigură raportarea tuturor punctelor în sistemul de axe cu originea stabilită.***

• ***Se trasează caroiajul rectangular cu latura de 50, 100, 200 și de 500 m pe axele OX și OY, în funcție de scara raportării grafice care constituie atât un element cartografic al foilor de plan și în același timp este folosit pentru raportarea punctelor prin metoda coordonatelor rectangulare plane (fig. III.5).***

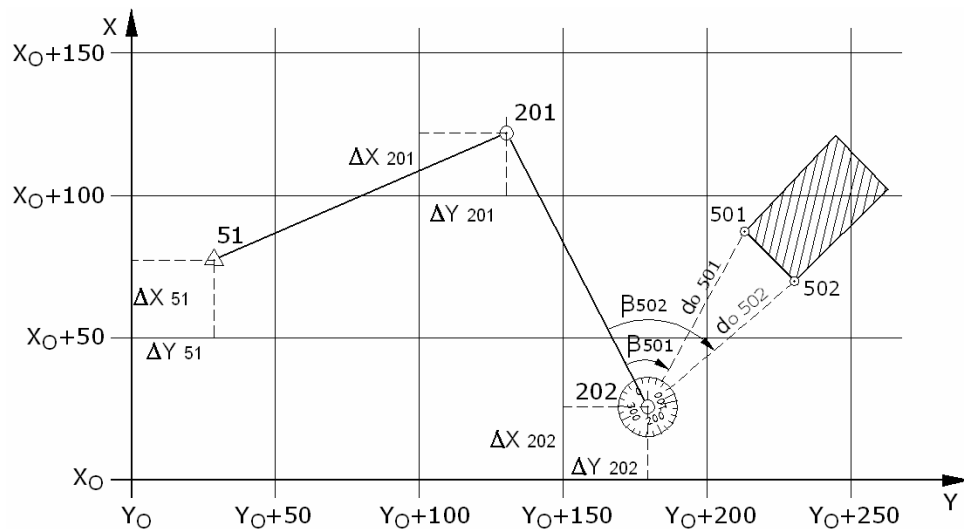


Fig. III.5 – Sistemul de axe și caroiajul rectangular cu latura de 50 m

b. Raportarea punctelor prin coordonate rectangulare și polare

Pe formatul de desen al planului topografic se raportează toate punctele, conform inventarului de coordonate rectangulare plane a ridicării topografice.

➤ **Coordonatele rectangulare (X, Y)** cuprinde punctele vechi și punctele noi determinate prin metoda drumuirii și a radierii. Raportarea fiecărui punct se efectuează în funcție colțul de sud-vest al caroiajului rectangular.

Exemplu: *Coordonatele absolute ale punctului de triangulație 51 (X_{51}, Y_{51}) se raportează în funcție de colțul de sud-vest al pătratului cu latura de 50 m, pe baza celor două coordonate relative ΔX_{51} și ΔY_{51} (fig. III.5).*

➤ **Coordonatele polare (β, do)** exprimate prin unghiuri și distanțe se raportează în sistemul clasic cu ajutorul unui raportor și al riglei graduate de precizie, în raport cu poziția punctului de drumuire din care au fost vizate.

Exemplu: *Din punctul de drumuire 202 se raportează punctele de radiere 501 și 502, prin coordonate polare (β, do) redată în figura III.5.*

În cazul utilizării softului cu funcții *Computer Aided Desing (CAD)* se efectuează din punct de vedere practic următoarele operații:

- raportarea punctelor din inventarul ridicării topografice prin coordonatele rectangulare plane (X, Y) cu codurile de identificare;
- unirea punctelor raportate și verificarea lor;
- definitivarea planului topografic;
- operarea de imagini raster.

c. Verificarea raportării punctelor

Pentru verificarea raportării punctelor prin metoda coordonatelor rectangulare, se compară *distanțele grafice* care se determină între două puncte ale planului, cu *distanțele măsurate* pe teren și reduse la orizont.

Dacă **diferența dintre cele două mărimi este mai mică decât eroarea grafică de raportare la scara planului, care este cuprinsă între $\pm 0,2 \text{ mm}$ și $\pm 0,5 \text{ mm}$** rezultă că, punctele au fost raportate corect. În caz contrar, s-a produs, o eroare de raportare, care trebuie să fie verificată și corectată.

d. Unirea punctelor raportate și cartografierea planului

În conformitate cu schițele întocmite pe teren, în timpul măsurătorilor se efectuează unirea punctelor raportate obținându-se forma detaliilor planimetrice, care reprezintă limite de hotare și/sau de proprietate, categorii de folosință și altele.

Planul topografic se completează cu următoarele elemente cartografice: *proiecția cartografică, sistemul de referință pentru cote, teritoriul cuprins, nomenclatura, scara numerică, anul ridicării și redactării, autorul și altele.*

Precizia planului topografic clasic este determinată de scara reprezentării grafice și de conținut. *Calitatea planului digital*, care nu este dependent, ca precizie și conținut, de scară este determinată de datele primare măsurate pe teren, în condițiile ridicărilor topografice executate pentru scări mari.

● Teste de autoevaluare U.I. III

1. Ce asemănări și deosebiri sunt evidențiate între rețeaua geodezică de sprijin clasică și rețeaua geodezică satelitară?
2. Definiți criteriile de clasificare ale drumurilor planimetrice.
3. Enumerați lucrările din faza de teren ale unei drumuri planimetrice clasice.
4. Enumerați lucrările din faza de calcul ale unei drumuri planimetrice clasice.
5. Ce se înțelege prin operația de compensare a coordonatelor rectangulare relative ale unei drumuri planimetrice închise?
6. Definiți criteriile de clasificare ale radierilor planimetrice.
7. Care sunt lucrările din faza de teren ale radierilor planimetrice?
8. Care sunt lucrările din faza de calcul ale radierilor planimetrice?
9. Definiți elementele de planimetrie ale reprezentării grafice pe planuri.
10. Care sunt principalele metode de întocmire ale planurilor topografice?
11. Care sunt operațiile din faza pregătitoare a întocmirii planului topografic?
12. Care sunt operațiile din faza de raportare și de verificare a planului topografic?

• **Lucrare de verificare U.I. III**

Calculul unei drumuri planimetrice închise pe un punct al rețelei geodezice de sprijin, de coordonate rectangulare cunoscute (**X, Y**), pe baza elementelor liniare și unghiulare măsurate pe teren, prin metoda drumuirii, combinată cu metoda radierii și întocmirea planului topografic la scara 1: 1 000.

• **Rezumatul U.I. III**

Din expunerea acestei unități de învățare, s-a urmărit, cunoașterea operațiilor folosite în procesul de ridicare topografică, prin metoda drumuirii planimetrice, combinată cu metoda radierii. În urma prelucrării datelor primare provenite din măsurătorile de teren a rezultat inventarul de coordonate rectangulare al punctelor, pe baza căruia s-a întocmit planul topografic al unui imobil.

• **Bibliografie U.I. III**

- Boș N.**, *Topografie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1993
- Dragomir P., Haret C., Moraru N., Neuner I., Săvulescu C.**, *Lucrări topografice în cadastru. Ghid*, Editura Matrix Rom, București, 1995
- Grecea C.**, *Complemente de măsurători terestre*, Editura Politehnica, Timișoara, 2006
- Leu I.N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciolac Valeria, Ciotlăuș Ana, Negoescu I.**, *Topografie și cadastru*, Editura Universul, București, 2002
- Moca V., Ilioi D.**, *Cadastru funciar general – lucrări și calcule topografice*, Editura Nona, Piatra Neamț, 1998
- Moca V.**, *Topografie și desen tehnic - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” Iași, (CD), 2002
- Nistor Gh.**, *Topografie-Lucrări practice*, Editura Universității Tehnice „Gh. Asachi”, Iași, 2002
- Russu A., Boș N., Kiss A.**, *Topografie-geodezie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982
- Vorovencii I.**, *Topografie*, Editura Universității Transilvania din Brașov, 2006
- x x x** *Manualul inginerului geodez*, (vol. I, II și III), Editura Tehnică, București, 1972-1974
- x x x** *Lucrări geodezice, topografice, fotogrammetrice și cadastrale*, Editura MatrixRom, București, 2007
- x x x** *ROMPOS – Sistemul Românesc de Determinare a Poziției*, ANCPI, București, 2008

U.I. IV

CALCULUL SUPRAFETELOR

● Cuprins U.I. IV

- IV.1. Noțiunea de suprafață
- IV.2. Metoda numerică de calcul a suprafețelor
 - IV.2.1. Procedeul geometric
 - IV.2.2. Procedeul trigonometric
 - IV.2.3. Procedeul analitic
- IV.3. Metoda mecanică de calcul a suprafețelor
 - IV.3.1. Planimetre polare clasice
 - IV.3.2. Reguli tehnice de planimetrare clasică
 - IV.3.3. Planimetrarea clasică a unei suprafețe cu polul în exterior
 - IV.3.4. Planimetre digitale
- IV.4. Metoda grafică de calcul a suprafețelor
 - IV.4.1. Procedeul grafic de calcul al suprafețelor cu contururi liniare
 - IV.4.2. Calculul grafic al suprafețelor cu contururi sinuoase
- IV.5. Toleranțe admise la calculul suprafețelor

● Obiective U.I. IV

- Însușirea noțiunii de suprafață în topografie;
- Cunoașterea metodelor de calcul a suprafețelor;
- Efectuarea operațiilor de calcul a suprafețelor;
- Formarea unei opinii asupra preciziei de calcul a suprafețelor;
- Însușirea principiilor generale ale planimetrării clasice a suprafețelor;
- Cunoașterea regulilor tehnice ale planimetrării clasice și digitale;
- Efectuarea unei planimetrări clasice cu polul în exteriorul unei suprafețe;
- Însușirea principiilor de bază ale planimetrării digitale;
- Cunoașterea procedeeleor de calcul ale metodei grafice;
- Însușirea competențelor necesare pentru calculul suprafețelor;
- Cunoașterea operațiilor de calcul a suprafețelor prin diferite metode;
- Verificarea modului de calcul a suprafețelor prin diferite metode;
- Însușirea și utilizarea toleranțelor admise la calculul suprafețelor;

IV.1. NOȚIUNEA DE SUPRAFAȚĂ

În lucrările de cadastru *suprafața* constituie un element de identificare a unui teren oarecare, respectiv a unei parcele, care este definită printr-un număr cadastral.

Din punct de vedere topo-cadastral, prin noțiunea de suprafață, se înțelege aria cuprinsă între limitele unui contur geometric închis, proiectat pe un plan orizontal de referință, fără a se ține seama de relieful terenului.

În evidența cadastrală *suprafața* reprezintă însușirea de bază a *entității cadastrale primare*, care este identificată în urma măsurătorilor de teren la nivelul fiecărui *imobil și/sau parcelă*. Toate imobilele cu sau fără construcții sunt identificate pe baza următoarelor date primare: *suprafața productivă și/sau utilizabilă pentru construcții, proprietarul sau deținătorul terenului, categoria de folosință, calitatea terenului sau a construcției și situarea teritorial-administrativă.*

În funcție de baza existentă de date grafice și textuale se realizează sistemul informațional al unei teritorii cadastrale pe diferite straturi tematice, fiind menționate: *sectoare cadastrale, forme de proprietate, categorii de folosință, clase de calitate ale terenului agricol și altele.*

Metodele și procedeele de calcul a suprafețelor, se stabilesc în funcție de datele inițiale cunoscute, care la rândul lor sunt determinate de tehnica de măsurare folosită și de precizia obținută.

În condițiile automatizării ridicărilor topografice și a obținerii pe această cale a planurilor digitale, suprafețele se determină, conform normelor tehnice în vigoare, în mod exclusiv în funcție de coordonatele rectangulare plane ale punctelor care formează conturul geometric al unui imobil.

IV.2. METODA NUMERICĂ DE CALCUL A SUPRAFETELOR

Dintre *datele inițiale* folosite pentru calculul suprafețelor prin metoda numerică sunt menționate: *unghiuri și distanțe (β , d)* provenite din măsurătorile clasice; *coordonate rectangulare (X , Y)*, rezultate din prelucrarea măsurătorilor clasice și/sau moderne, precum și cele din măsurătorile fotogrammetrice analitice și din digitizarea/scanarea planurilor topografice și cadastrale existente.

Calculul suprafețelor prin metoda numerică se efectuează pe baza datelor provenite din măsurătorile de teren sau din alte surse prin trei procedee distincte:

- *procedeul geometric*, cu folosirea distanțelor măsurate pe teren;
- *procedeul trigonometric*, cu folosirea unghiurilor și a distanțelor;
- *procedeul analitic*, pe bază de coordonate rectangulare plane.

IV.2.1. Procedeu geometric

Se aplică pentru determinarea unor suprafețe relativ mici, delimitate de un contur rectiliniu, unde măsurătorile au fost efectuate cu panglica de oțel de 50 m și/sau cu echerul topografic. Din punct de vedere practic, acest procedeu este limitat, deoarece ariile determinate au un caracter informativ.

a. Ridicări executate cu panglica de oțel de 50 m

Se consideră *conturul unui poligon: 1-2-3-4-5-6-7-1*, de suprafață (S), care prin trasarea diagonalelor din punctul 3 către punctele 1, 7, 6, 5 se poate împărți, într-un număr de cinci triunghiuri. Laturile exterioare de pe conturul poligonului: $d_1, d_2, d_3, \dots, d_7$ și laturile interioare: d_8, d_9, d_{10}, d_{11} au fost măsurate în condițiile terenului plan, pe cale directă cu panglica de oțel de 50 m, fiind considerate distanțe reduse la orizont (fig. IV.1).

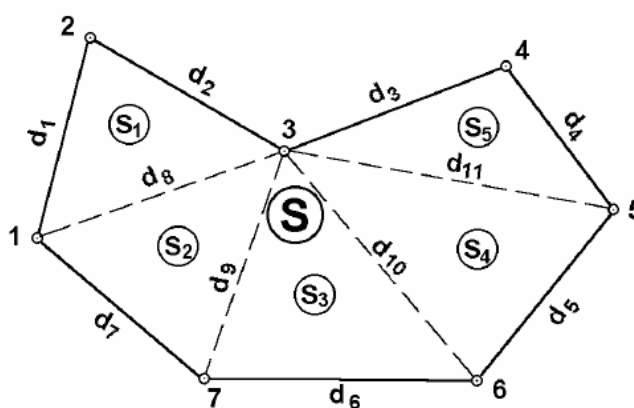


Fig. IV.1 – Ridicări expeditivă cu panglica de oțel

Suprafețele celor cinci triunghiuri (S_1, S_2, S_3, S_4, S_5) ale căror laturi au fost măsurate cu panglica de oțel de 50 m, se determină cu relația de forma:

$$S = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)}, \quad (\text{m}^2)$$

în care: a, b, c sunt laturile unui triunghi,

$$p = \frac{a + b + c}{2} \quad (\text{m}) \text{ este semiperimetrul triunghiului dat.}$$

Se determină, mai întâi, suprafețele parțiale și apoi suprafața totală cu relația:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (\text{m}^2)$$

Pentru controlul măsurătorilor se poate efectua repetarea acestora, prin alegerea unui alt punct de pe *conturul poligonului 1-2-3-4-5-6-7-1*, din care, se trasează și se măsoară pe teren cu panglica de oțel de 50 m alte patru diagonale.

b. Ridicări cu panglica de oțel de 50 m și cu echerul topografic

Măsurătorile de teren au fost efectuate cu *panglica de oțel de 50 m și cu echerul topografic*, care a permis *coborârea și/sau ridicarea de perpendiculare dintr-un punct dat pe un aliniament de bază* al unui poligon.

Se consideră *conturul unui poligon: 1-2-3-4-5-6-7-1*, de suprafață (S), care prin *coborârea de perpendiculare din punctele 2, 3, 4, 6 și 7 pe aliniamentul de bază (1-5)*, se poate împărți, în *patru triunghiuri de suprafață S_1, S_4, S_5 și S_7 și trei trapeze de suprafață S_2, S_3 și S_6* .

Laturile exterioare de pe conturul poligonului: $d_1, d_2, d_3, \dots, d_7$ și laturile interioare: $d_8, d_9, d_{10}, d_{11}, d_{12}$ au fost măsurate în cazul terenului plan, pe cale directă cu panglica de oțel de 50 m, ca distanțe reduse la orizont (fig. IV.2).

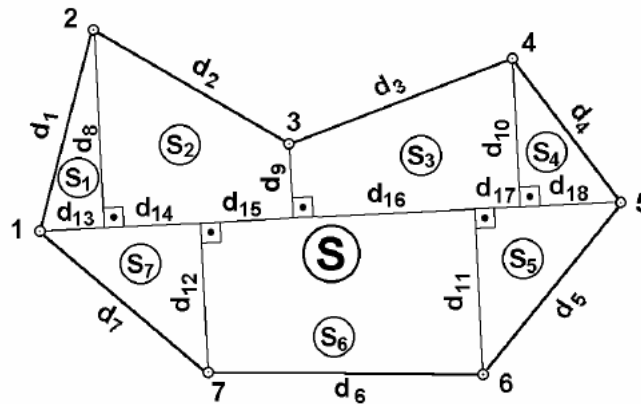


Fig. IV.2 – Ridicări expeditivă cu panglica de oțel și echerul topografic

Suprafețele celor patru triunghiuri (S_1, S_4, S_5, S_7) ale căror laturi au fost măsurate cu panglica de oțel de 50 m, se determină cu relația de forma:

$$S = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)} \quad , \quad (\text{m}^2)$$

în care: a, b, c sunt laturile unui triunghi,

$$p = \frac{a + b + c}{2} \quad (\text{m}) \text{ este semiperimetrul triunghiului dat.}$$

Suprafețele celor trei trapeze S_2, S_3 și S_4 , se vor obține cu expresia cunoscută dată de formula: $S = \frac{(B + b) \cdot h}{2}$, (m^2) .

În urma însumării celor șapte suprafețe parțiale ale triunghiurilor și ale trapezelor considerate, se obține *suprafața totală a poligonului dat (S)*:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 \quad (\text{m}^2)$$

IV.2.2. Procedul trigonometric

Se poate aplica în cazul *ridicărilor tahimetrice*, unde poziția planimetrică a punctelor de contur a unei suprafețe, se determină în mod indirect în funcție de coordonatele *plane polare* (β , d). Observațiile de teren au fost efectuate din *punctul de stație al drumuirii (205)*, din care au fost vizate *punctele de radiere 1, 2, 3*.

Suprafața *triunghiului 1-2-3* se determină în funcție de *unghiurile orizontale* (β) și de *distanțele reduse la orizont* (d), care poziționează din punct de vedere planimetric cele trei puncte ale conturului geometric (fig. IV.3).

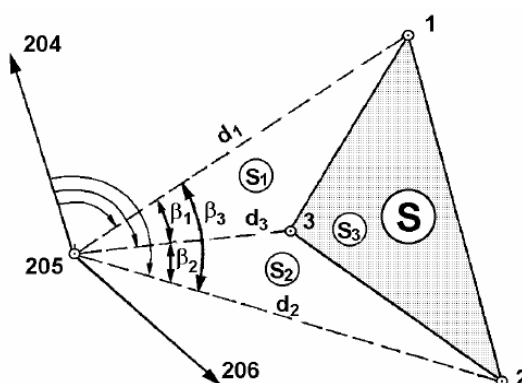


Fig. IV.3 – Procedul trigonometric de calcul al suprafețelor

Suprafața (S) a *triunghiului 1-2-3* cu vârfurile determinate ca poziție planimetrică prin metoda radierii rezultă din *suma algebrică* a *suprafețelor triunghiurilor* S_1 , S_2 și S_3 . Calculul propriu-zis al acestor suprafețe se efectuează în funcție de *lungimea vizelor* din punctul de stație către punctele radiate (d_1 , d_2 , d_3) și, respectiv, de *unghiurile orizontale* cuprinse între aceste laturi (β_1 , β_2 , β_3).

Din figura IV.3 se poate scrie relația de calcul a suprafeței *triunghiului dat*:

$$S = S_3 - (S_1 + S_2) \quad (\text{m}^2),$$

$$\text{unde: } S_1 = \frac{1}{2} \cdot d_1 \cdot d_3 \cdot \sin \beta_1 ; \quad S_2 = \frac{1}{2} \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot \sin \beta_2 ; \quad S_3 = \frac{1}{2} \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot \sin \beta_3 ;$$

în care: d_1 , d_2 , d_3 – distanțele măsurate pe cale optică și reduse la orizont;

β_1 , β_2 , β_3 – unghiuri orizontale cuprinse între vizele considerate.

Relația de calcul a *suprafeței unui triunghi oarecare* poate să fie exprimată

și sub o altă formă: $S = \sum_{i=1}^n S_i = S_3 - (S_1 + S_2)$, unde aria fiecărui triunghi considerat

se obține în *cazul general* cu expresia de forma: $S_i = \frac{1}{2} \cdot d_i \cdot d_{i+1} \cdot \sin \beta_i \quad (\text{m}^2)$.

IV.2.3. Procedeeul analitic

Acest procedeu de calcul a suprafețelor asigură atât o precizie maximă, cât și automatizarea lucrărilor propriu-zise prin rularea pe computer a unui program adecvat, care utilizează coordonatele rectangulare plane ale punctelor care limitează un contur poligonal, indiferent de numărul acestora.

Pentru stabilirea formulelor generale de calcul a suprafețelor prin procedeul analitic se consideră **suprafața unui triunghi** definit prin cele trei puncte de coordonate rectangulare plane cunoscute: $1(X_1, Y_1)$; $2(X_2, Y_2)$; $3(X_3, Y_3)$ în sistemul oficial al proiecției Stereografice - 1970 (fig. IV.4)

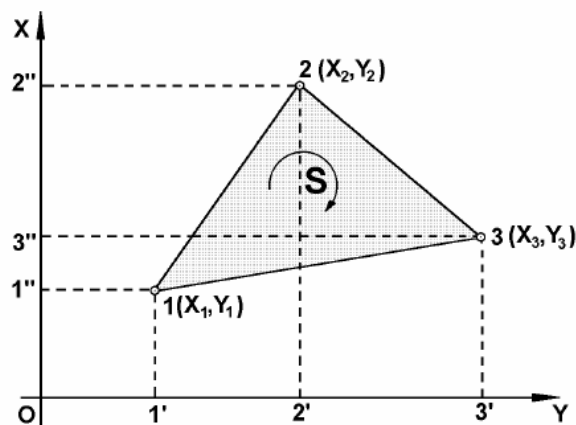


Fig. IV.4 – Calculul suprafețelor prin procedeul analitic

Conturul geometric (1-2-3) se proiectează, mai întâi, pe *axa ordonatelor* și rezultă formarea *trapezelor* 1-2-2'-1'; 2-3-3'-2' și 1-3-3'-1', determinate de cele trei laturi ale *triunghiului* și segmentele: 1-1'; 2-2'; 3-3'.

Aria triunghiului (1-2-3) este egală cu diferența dintre *suma suprafețelor* celor două trapeze formate de laturile exterioare (1-2 și 2-3) și, respectiv, suprafața trapezului format de latura interioară (1-3) și *axa ordonatelor*:

$$S_{123} = (S_{122'1'} + S_{233'2'}) - S_{133'1'} \quad (\text{m}^2)$$

Suprafața celor trei trapeze se determină în funcție de coordonatele rectangulare (X,Y) ale punctelor pe conturul fiecărui trapez, pe baza relațiilor:

$$S_{122'1'} = \frac{(X_1 + X_2) \cdot (Y_2 - Y_1)}{2}; \quad (\text{m}^2)$$

$$S_{233'2'} = \frac{(X_2 + X_3) \cdot (Y_3 - Y_2)}{2}; \quad (\text{m}^2)$$

$$S_{133'1'} = \frac{(X_1 + X_3) \cdot (Y_3 - Y_1)}{2}. \quad (\text{m}^2)$$

În urma înlocuirii acestor relații, în formula de calcul a **triunghiului (1-2-3)** se obține, mai întâi, următoarea expresie a suprafeței:

$$2 \cdot S = (X_1 + X_2) \cdot (Y_2 - Y_1) + (X_2 + X_3) \cdot (Y_3 - Y_2) - (X_1 + X_3) \cdot (Y_3 - Y_1).$$

După dezvoltarea parantezelor, din relația de mai sus se scrie o altă expresie de calcul a suprafeței duble de următoarea formă:

$$\begin{aligned} 2 \cdot S = & X_1 Y_2 - X_1 Y_1 + X_2 Y_2 - X_2 Y_1 + \\ & + X_2 Y_3 - X_2 Y_2 + X_3 Y_3 - X_3 Y_2 - \\ & - X_1 Y_3 + X_1 Y_1 - X_3 Y_3 + X_3 Y_1 \end{aligned}$$

Se efectuează reducerea termenilor asemenea și scoaterea în *factor comun* a termenilor: X_1 , X_2 și X_3 și se obține expresia de calcul:

$$2 \cdot S = X_1 \cdot (Y_2 - Y_3) + X_2 \cdot (Y_3 - Y_1) + X_3 \cdot (Y_1 - Y_2) \quad (\text{m}^2).$$

Rezolvarea practică a relației de mai sus se efectuează în sensul orar și constă din cumulara produselor parțiale, de unde rezultă **formula generalizată**, pentru un **poligon cu "n" laturi**, de forma:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1}), \quad (\text{m}^2) \quad \text{unde: } i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Calculul propriu-zis presupune înmulțirea, în mod succesiv și în sensul orar a abscisei fiecărui punct (X_i) cu diferența dintre ordonata punctului următor (Y_{i+1}) și a punctului precedent (Y_{i-1}) și din însumarea algebrică a produselor obținute.

Conturul geometric (1-2-3) se proiectează, pe *axa absciselor* și rezultă formarea *trapezelor* 3-1-1'-3'; 2-3-3'-2' și 2-1-1'-2', determinate de cele trei laturi ale *triunghiului* și segmentele de *axa absciselor*: 1-1"; 2-2"; 3-3".

Aria triunghiului (1-2-3) este egală cu diferența dintre *suma suprafețelor celor două trapeze formate de laturile exterioare (1-3 și 2-3)* și, respectiv, *suprafața trapezului format de latura interioară (1-2) și axa absciselor*:

$$S = (S_{311''3''} + S_{233''2''}) - S_{211''2''} \quad (\text{m}^2).$$

Prin înlocuirea coordonatelor rectangulare ale punctelor de pe conturul geometric în relația de mai sus și a efectuării operațiilor algebrice prezentate anterior se obține expresia:

$$-2 \cdot S = Y_1 \cdot (X_2 - X_3) + Y_2 \cdot (X_3 - X_1) + Y_3 \cdot (X_1 - X_2) \quad (\text{m}^2).$$

În cazul unui **poligon oarecare cu "n" laturi**, formula generală de calcul a suprafeței prin procedeul analitic, se scrie sub forma:

$$-2 \cdot S = \sum_{i=1}^n Y_i \cdot (X_{i+1} - X_{i-1}), \quad (\text{m}^2) \quad \text{unde: } i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Din punct de vedere practic cele *două formule de calcul*, se aplică pentru orice număr de puncte ale unui contur poligonal, care delimitează o suprafață, iar *rezultatele obținute trebuie să fie egale*, dar cu semne diferite.

Verificarea modului de calcul al suprafețelor prin procedeul analitic, se poate efectua prin planimetrare clasică sau digitală, avându-se în vedere faptul că, deși rezultatele obținute prin cele două formule sunt egale, suprafața conturului dat poate să fie eronată, ca urmare a înregistrării greșite a unor coordonate rectangulare.

În *sistemul automatizat*, se verifică modul de calcul pe baza urmării *conturului poligonal afișat pe displayul calculatorului*, prin care se estimează greșelile de înregistrare a coordonatelor și de omitere a unor puncte.

Se consideră conturul unui *imobil agricol cu folosița vie nobilă (VN 245)* delimitat prin zece puncte de coordonate rectangulare cunoscute (tab. IV.1).

Tabelul IV.1

Procedeul de calcul analitic al suprafeței unui imobil

Nr. pct.	Coordonate absolute		Formulele de calcul		Schița imobilului și suprafața [ha]
	X [m]	Y [m]	$X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}) [m^2]$	$X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}) [m^2]$	
206	1863,58	2057,43	-	-	
51	2000,00	2000,00	- 38280,000	+ 309220,0000	
503	2018,19	2038,29	+ 122019,7674	+ 58519,3059	
201	2028,71	2060,46	+ 76705,5251	+ 8756,9550	
504	2022,44	2076,10	+ 44068,9676	- 23646,7790	
505	2017,32	2082,25	+ 49242,7812	- 7621,0350	
518	2018,78	2100,51	+ 76168,5694	- 102252,8268	
203	1968,64	2119,98	+ 129182,1568	- 358276,6200	
204	1849,78	2166,13	- 27839,1890	- 289871,5166	
205	1834,82	2104,93	- 199444,9340	+ 29048,0340	
206	1863,58	2057,43	-195545,4494	+ 339846,2874	
51	2000,00	2000,00	-	-	S = 1,8139 ha
$2S = \sum_{i=1}^n X_i(Y_{i+1} + Y_{i-1})$			2S = 36278,1951	-2S = -36278,1951	
$-2S = \sum_{i=1}^n Y_i(X_{i+1} + X_{i-1})$			S = 18139,0975	S = 18139,097	

În cazul *calculului tabelar*, conform schemei redată în *tabelul IV.1*, prin care se scrie *ultimul punct (206)* și *primul punct (51)* al conturului imobilului în succesiunea: **206-51-503-...-205-206-51** se calculează, mai întâi produsele parțiale din cele două formule cu ajutorul unui minicalculator. În baza formulei de calcul a suprafeței pozitive (+2S), se înmulțește, în mod succesiv și în sensul direct abscisa fiecărui punct (X_i) cu diferența ordonatelor ($Y_{i+1} - Y_{i-1}$).

Rezultatele obținute cu cele *două formule trebuie să fie perfect egale*, dar cu semne diferite, ceea ce confirmă corectitudinea modului de calcul al suprafeței.

IV.3. METODA MECANICĂ DE CALCUL A SUPRAFEȚELOR

Pentru determinarea prin metoda mecanică a suprafețelor de pe suportul grafic al unui plan sau de pe o hartă, se utilizează o serie de tipuri de instrumente, care poartă denumirea generală de *planimetre clasice și/sau digitale*.

Dintre tipurile de planimetre clasice și/sau digitale folosite la determinarea suprafețelor grafice delimitate de contururi liniare și, în special, de contururi sinuoase, se menționează: *planimetre polare clasice, planimetre polare cu disc, planimetre liniare, planimetre automate cuplate cu calculatoare electronice și planimetre digitale*. Din punct de vedere principal, planimetrul poate să fie definit ca un integrator mecanic. Sub aspect practic, planimetrul determină cu suficientă precizie suprafața unui contur geometric de pe hărți și planuri și permite verificarea calculului efectuat prin metoda numerică și/sau grafică.

IV.3.1. Planimetre polare clasice

Planimetrul polar clasic este instrumentul care a avut cea mai mare utilizare la calculul suprafețelor prin metoda mecanică. Din punct de vedere constructiv, *planimetrul polar clasic* se compune din două brațe metalice articulate între ele și anume: *brațul polar; brațul trasor și un dispozitiv de înregistrare* (fig. IV.5).

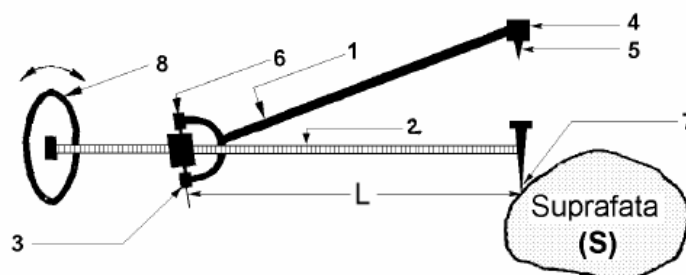


Fig. IV.5 – Planimetrul polar clasic

➤ **Brațul polar (1)** cu o *lungime constantă* este prevăzut la capătul liber cu o contragreutate (4) în mijlocul căreia se află un ac denumit pol (5), care permite fixarea acestuia pe planșeta de desen, înainte de începerea operației de planimetrare. La celălalt capăt al brațului polar (1) se găsește o tijă cu un cap sferic (6), prin intermediul căreia se realizează articularea acestuia cu dispozitivul integrator și, respectiv, cu brațul trasor (2) al planimetrului.

➤ **Brațul trasor (2)** este divizat în mm, iar *lungimea acestuia (L)* se extrage din fișa tehnică a planimetrului, în funcție de scara planului topografic și se fixează cu ajutorul unui dispozitiv cu vernier.

La capătul liber al brațului trasor (2) se găsește un ac trasor sau stil (7), iar la instrumentele mai noi se află o lupă cu un reper de urmărire a conturului geometric al unei suprafețe. La celălalt capăt al brațului trasor (2) de lungime (L) se găsește dispozitivul de înregistrare, cu roțița integratoare și o roțiță de sprijin (8). Pentru conducerea acului trasor sau a reperului cu lupă de urmărire de-a lungul conturului poligonal al unei suprafețe se folosește o aripioară, denumită uneori urechiușă.

➤ **Dispozitivul de înregistrare (3)** care poate să culiseze de-a lungul brațului trasor (2) prin intermediul unui șurub de blocare și a unui șurub de fină mișcare, cu ajutorul cărora, se fixează lungimea brațului trasor (L), funcție de scara hărții sau planului. Dispozitivul de înregistrare (3) este format din următoarele componente: *discul contor denumit și înregistratorul de ture (9)*, *roțița mobilă (10)*, *vernierul (11)* și o roțiță de sprijin (fig. IV.6).

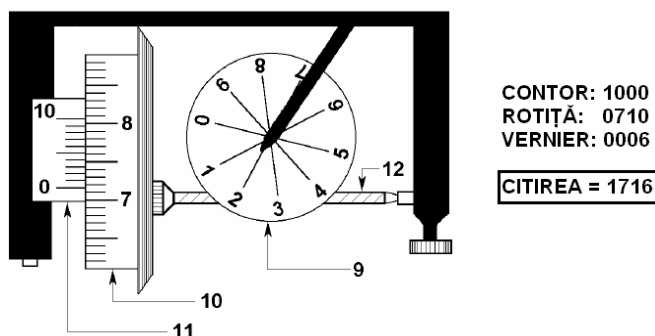


Fig. IV.6 – Dispozitivul de înregistrare al planimetrului polar clasic

- *Discul contor sau înregistratorul de ture (9)* este cuplat cu roțița mobilă înregistratoare (10) printr-un șurub fără sfârșit (12). La o rotire completă a roțiței mobile integratoare (10) se înregistrează o creștere cu o diviziune pe discul contor (9), care se citește în dreptul unui indice al acestuia. Discul contor este divizat în 10 diviziuni egale înscrise prin cifrele: 0, 1, 2, 3, ..., 9, care reprezintă numărul de rotații complete efectuate în cazul unei planimetrări.

- *Roțița mobilă (10)* este divizată în 100 părți egale, care sunt numerotate din 10 în 10 diviziuni, prin cifrele: 0, 1, 2, 3, 4, ..., 9, 10.

- *Vernierul (11)* este divizat în 10 părți egale, fapt ce permite citirea exactă a fracțiunilor de diviziune de pe roțița mobilă (10) cu o precizie de 1/10.

Pe **dispozitivul de înregistrare (3)** se efectuează citirea diviziunilor în următoarea succesiune: *miile, pe discul contor (1000), sutele și zecile, pe roțița mobilă (0710), unitățile (0006) pe vernier, obținându-se citirea $C_1 = 1716$* redată în exemplul din figura IV.6.

IV.3.2. Reguli tehnice de planimetrare clasică

Prin *planimetrare* se înțelege operația de determinare a unei suprafețe prin metoda mecanică cu ajutorul planimetrului polar. Pentru efectuarea corectă a planimetrării unei suprafețe de pe suportul grafic al unui plan topografic trebuie să fie respectate conform normelor tehnice, o serie de reguli.

- *Fixarea planului topografic sau a hărții* pe care urmează să fie efectuată operația de planimetrare pe o masă orizontală și/sau pe o planșetă de desen.

- *Poziția polului planimetrului* de pe conturul unui poligon trebuie să asigure în punctul de plecare, un unghi aproximativ drept între cele două brațe.

- *Urmărirea conturului geometric al unei suprafețe* trebuie să asigure formarea între cele două brațe metalice ale planimetrului a unor unghiuri, care să nu fie mai mici de 10° și mai mari de 170° .

- *Parcurgerea conturului poligonal al suprafeței* cu stilul planimetrului sau a unei lupe cu reper, se face numai în sensul mișcării acelor unui ceasornic.

- *Pe durata operației de planimetrare* se urmărește ca roțița mobilă a planimetrului să nu depășească cadrul grafic al planului sau al hărții topografice.

În funcție de mărimea grafică a conturului unei suprafețe care urmează să fie planimetrată, se execută ***planimetrarea propriu-zisă cu polul în exterior***, în cazul unui contur geometric cu diametrul de până la 30 cm sau cu ***polul în interiorul suprafeței***, în cazul unui contur cu diametrul de până la 70-75 cm.

IV.3.3. Planimetrarea clasică a unei suprafețe cu polul în exterior

În vederea planimetrării unei suprafețe de pe un plan topografic cu polul planimetrului situat în exteriorul conturului geometric se vor executa, în succesiunea prezentată mai jos, o serie de operații tehnice.

- *Se fixează lungimea brațului trasor (L)* la valoarea corespunzătoare scării numerice a planului topografic, care se extrage din *fișa tehnică a planimetrului polar* folosit. Pentru fixarea acestei lungimi a *brațului trasor (L)*, se acționează asupra șurubului de blocare al dispozitivului de înregistrare și, respectiv, al șurubului de fină mișcare. Cu ajutorul acestor două mișcări ale dispozitivului de înregistrare se aduce gradația corespunzătoare *lungimii brațului trasor (L)*, în *dreptul diviziunii zero al vernierului dispozitivului de înregistrare*.

- *Se fixează polul planimetrului* într-un punct de plecare din exteriorul suprafeței care urmează să fie determinată prin planimetrare, în funcție de configurația grafică a conturului geometric.

- Se stabilește punctul inițial de începere a operației de planimetrare, care se marchează cu creionul pe conturul poligonal al suprafeței considerate.

- Se aduce stilul sau lupa cu reperul de urmărire în punctul inițial de începere a planimetrării și se efectuează **citirea inițială (C_1)**, pe dispozitivul de înregistrare al planimetrului polar clasic.

- Se parcurge conturul poligonal al suprafeței considerate în sensul mișcării acelor de ceasornic, până când se ajunge din nou în punctul inițial, unde se efectuează **a doua citire (C_2)** pe dispozitivul de înregistrare al planimetrului polar.

- Se repetă operația de planimetrare de 3-5 ori, iar diferențele obținute între citirile efectuate nu trebuie să depășească ecartul maxim de până la 5 unități de vernier, în concordanță cu precizia stabilită prin normele tehnice de planimetrare.

Exemplu: Se cere planimetrarea unei **suprafețe (S)** cu polul în exterior, de pe un plan cadastral la scara 1 : 1 000.

Din fișa tehnică a planimetrului polar utilizat de tipul *Reiss -3005*, se vor extrage, mai întâi, următoarele elemente: *lungimea brațului trasor*, **$L = 10\ 000$** și *constanta de scară ($K = 10\ m^2$)* corespunzătoare scării planului (tab. IV.2).

Tabelul IV.2

Fișa tehnică a planimetrului polar clasic Reiss-3005

Scara planului	Lungimea brațului trasor	Constanta de scară	Constanta planimetrului
1 : N	L	K	Q
1 : 500	7.990	2 m ²	23 210
1 : 1 000	10.000	10 m²	
1 : 2 000	4.979	20 m ²	
1 : 2 500	6.385	40 m ²	
1 : 5 000	3.975	100 m ²	
1 : 10 000	10.000	1 000 m ²	

Pe baza *modului de lucru* cu polul în exteriorul suprafeței, care s-a descris mai sus, se fixează lungimea brațului trasor, corespunzătoare scării 1 : 1 000, după care, se fixează stilul într-un **punct (A)** de pe conturul **suprafeței (S)** și se efectuează **citirea inițială ($C_1 = 1716$)** pe dispozitivul de înregistrare.

În continuare, se parcurge conturul geometric al suprafeței (S) până când se ajunge din nou în punctul inițial de pornire, unde se efectuează a doua citire, **$C_2 = 1979$** . Se execută încă două planimetrări, pe baza cărora se obțin următoarele citiri: **$C_3 = 2240$ și $C_4 = 2502$** (fig. IV.7).

În funcție de cele trei planimetrări efectuate se determină, mai întâi, **numerele generatoare: n_1, n_2, n_3** , care se verifică în limitele încadrării în *ecartul maxim de până la 5 unități de vernier*.

Pe baza celor trei numere generatoare se calculează **numărul generator mediu (n)**, cu relația de mai jos:

$$n = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3} = \frac{263 + 261 + 262}{3} = 262$$

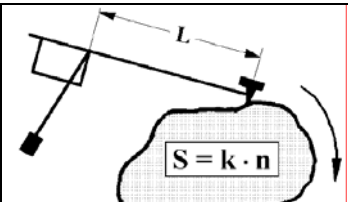
	$\left. \begin{array}{l} C_1 = 1716 \\ C_2 = 1979 \\ C_3 = 2240 \\ C_4 = 2502 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} n_1 = C_2 - C_1 = 263 \\ n_2 = C_3 - C_2 = 261 \\ n_3 = C_4 - C_3 = 262 \end{array} \right\}$	$n = 262$
---	---	--	-----------------------------

Fig. IV.7 – Planimetrarea clasică cu polul în exteriorul suprafeței

Suprafața planimetrată (S) se calculează în funcție de *constantă de scară folosită (K)* și de **numărul generator mediu (n)**, cu expresia:

$$S = K \cdot n = 10 \text{ m}^2 \cdot 262 = 2\,620 \text{ m}^2 = 0,2620 \text{ ha.}$$

În cazul planimetrelor, care nu mai dispun de o fișă tehnică, se va determina **constantă de scară (K)**, prin planimetrarea unei **suprafețe cunoscute (S_0)** pentru **lungimea maximă a brațului trasor (L)** și pentru **scara numerică a planului topografic ($1:N$)**. Constanta de scară (K) se calculează pe baza raportului dintre suprafața cunoscută (S_0) și a numărului generator mediu (n) obținut pentru suprafața cunoscută și planimetrată, cu relația $K = S_0 / n$.

Precizia planimetrării unei suprafețe depinde de mărimea și configurația conturului poligonal, de scara planului și de tipul planimetrului polar, fiind cuprinsă între valoarea de $1/200$ și $1/400$ din suprafața planimetrată.

IV.3.4. Planimetre digitale

Sunt instrumente moderne care au apărut în ultimele decenii, din transformarea celor clasice, în urma introducerii următoarelor componente:

- **microprocesorul**, care transformă impulsurile în arii și *afișează direct pe display suprafața planimetrată digitală*;
- **rola integratoare**, montată pe brațul trasor, care produce la fiecare rotire completă câte 1 000 impulsuri, ce se centralizează în unitățile de măsură oficiale;
- **dispozitivul de înregistrare** automat și citirea digitalizată.

Tipurile de planimetre digitale utilizate pe scară largă au fost incluse în două categorii distincte în funcție de componentele constructive.

- **În prima categorie** sunt incluse diferite tipuri de planimetre cuplate cu un calculator electronic, din care, se menționează: *planimetrul automat Ott-Zuse*, fiind compus dintr-un planimetru polar cu disc Ott, cuplat cu un calculator electronic Zuse; *planimetrul automat Numonics 1224*, alcătuit dintr-un planimetru liniar, cuplat cu un calculator.

- **În a doua categorie** sunt incluse o serie de tipuri de planimetre încorporate în sisteme complexe automate de digitizare, fiind citate: *planimetrul polar digital*, *planimetrul rectiliniu digital* și *planimetrul rectiliniu complex*. Dintre cele mai cunoscute planimetre digitale se menționează tipurile: *Digicoord*, *Geopolar* – Finlanda; *KP-90N* și *KP-80N* Sokkia – Japonia (fig. IV.8).

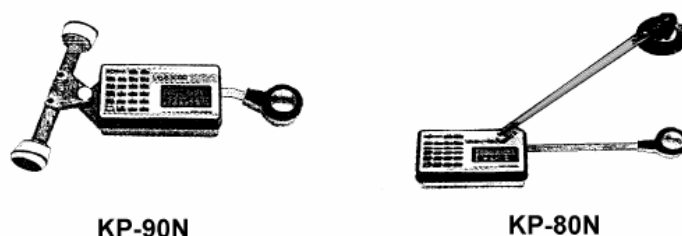


Fig. IV.8 – Planimetrele digitale KP-90N și KP-80N

Planimetrul polar digital se aseamănă cu *planimetrul polar clasic*, cu observația că, dispozitivul de înregistrare clasic a fost înlocuit cu un cap de afișaj direct pe *ecran (diplay)* și, respectiv, cu o *tastatură*.

Pentru executarea propriu zisă a operației de planimetrare digitală ce se execută pe o masă de digitizare, pe care se fixează planul sau harta, se introduce, la pornire: *scara numerică*, *unitatea de suprafață* și *unitatea de lungime*.

În continuare se declanșează *butonul de comandă start*, iar cu ajutorul unui senzor se urmărește limita suprafeței în *mod continuu*, în cazul conturului sinuos și/sau *punct cu punct* în cazul conturului poligonal liniar sau uneori în mod continuu. La terminarea operației de planimetrare, când se ajunge cu senzorul din nou în punctul inițial de plecare, se afișează în mod automat *suprafața în m²*, care este înregistrată și pe imprimantă.

Planimetrarea în sistem automatizat oferă în comparație cu planimetrarea clasică, o serie de avantaje, din care sunt evidențiate: *randamentul și comoditatea digitizării*; *precizia superioară de determinare a suprafețelor de până la $\pm 0,2\%$ din mărimea acestora*, ceea ce reprezintă 1/500 din suprafața planimetrată.

IV.4. METODA GRAFICĂ DE CALCUL A SUPRAFEȚELOR

Precizia de calcul a suprafețelor prin metoda grafică depinde de calitatea suportului grafic al planului sau a hărții și, respectiv, de calitatea măsurătorilor de teren, fiind menționați următorii factori: *scara numerică, precizia grafică, deformațiile hârtiei, instrumentele folosite, mărimea și configurația geometrică.*

IV.4.1. Procedeele grafice de calcul al suprafețelor cu contururi liniare

Se aplică în cazul poligoanelor delimitate de contururi rectilinii, care constă din descompunerea acestora în figuri geometrice elementare: *triunghiuri, trapeze, dreptunghiuri, paralelograme și altele.* La împărțirea unui poligon oarecare, în figuri geometrice elementare, se urmărește ca numărul acestora să fie cât mai redus. Totodată, sunt folosite pe cât posibil elementele geometrice comune din două figuri alăturate. În mod frecvent, se aplică *descompunerea unui poligon în mai multe triunghiuri*, pe care se măsoară pe cale grafică, cu ajutorul unei rigle de precizie, elementele geometrice de calcul: *baze, înălțimi, lungimi.*

Exemplu: Se consideră *conturul poligonal ABCDEA*, care se împarte, mai întâi, în *trei triunghiuri* de suprafață S_1, S_2 și S_3 , prin trasarea celor două diagonale AC și AD din *punctul comun A* (fig. IV.9.a) și, respectiv, în *alte trei triunghiuri* de suprafață S'_1, S'_2 și S'_3 , prin trasarea diagonalelor BE și BD din *punctul B* (fig. IV.9.b).

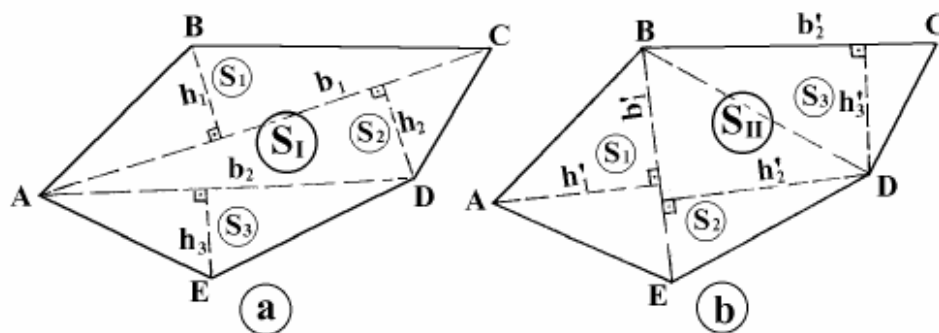


Fig. IV.9 – Calculul grafic al suprafețelor, prin descompunerea în triunghiuri

Se măsoară pe cale grafică direct pe planul topografic cu o *riglă de precizie* bazele triunghiurilor: b_1, b_2, b'_1, b'_2 și înălțimile $h_1, h_2, h_3, h'_1, h'_2, h'_3$, care se transformă în valori metrice ale distanțelor orizontale corespunzătoare din teren, în funcție de scara numerică a planului sau a hărții.

Se calculează *suprafața totală a poligonului (S)*, prin însumarea suprafețelor parțiale ale celor două procedee geometrice folosite.

$$S_I = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{b_1 \cdot h_1}{2} + \frac{b_1 \cdot h_2}{2} + \frac{b_2 \cdot h_3}{2} \quad (\text{m}^2);$$

$$S_{II} = S_1' + S_2' + S_3' = \frac{b_1' \cdot h_1'}{2} + \frac{b_1' \cdot h_2'}{2} + \frac{b_2' \cdot h_3'}{2} \quad (\text{m}^2).$$

Suprafețele S_I și S_{II} , care s-au determinat prin cele două procedee geometrice de împărțire în triunghiuri trebuie să fie relativ egale. Diferența dintre cele două suprafețe ($S_I - S_{II}$) trebuie să se încadreze în toleranța admisă dată în cazul metodei grafice, de următoarea relație: $(S_I - S_{II}) \leq \frac{1}{400} S_I$.

Dacă diferența dintre cele două procedee folosite se încadrează în toleranța, atunci se exprimă *aria poligonului*, ca medie aritmetică, sub forma:

$$S = \frac{S_I + S_{II}}{2} \quad (\text{m}^2).$$

În cazul planurilor întocmite la *scările*: 1:2 000; 1:1 000 și 1:500 elementele de calcul ale suprafețelor (*baze și înălțimi*) care s-au măsurat pe plan în **mm**, nu se mai transformă în **metri**, iar suprafețele determinate se vor exprima în **mm²**.

Pentru determinarea suprafeței corespunzătoare din teren se înmulțește *suprafața grafică exprimată în mm²*, cu *pătratul numitorului scării* și se obține *suprafața considerată* cu următoarea expresie: $S(\text{m}^2) = S(\text{mm}^2) \cdot N^2$.

IV.4.2. Procedeu grafic de calcul al suprafețelor cu contururi sinuoase

În cazul suprafețelor care sunt delimitate de un contur sinuos, se aplică o serie de procedee prin care se realizează înlocuirea arcelor cu linii drepte.

a. Procedeu grafic al rețelei de pătrate

Se consideră o suprafață delimitată de un contur sinuos, pe care se suprapune o *rețea de pătrate*, cu *lungimea laturii (d)* egală cu 5 mm sau 10 mm.

Se determină, mai întâi, *numărul de pătrate întregi (n₁)* din interiorul conturului geometric al suprafeței date și apoi *numărul pătratelor întregi (n₂)*, ce se evaluează din însumarea fracțiunilor de pătrate care sunt situate pe limita interioară a conturului dat. În funcție de *lungimea laturii (d)* a rețelei de pătrate se calculează *aria unui pătrat, (s=d²)*, la scara planului, apoi se determină *suprafața totală a poligonului*, cu relația: $S = (n_1 + n_2) \cdot d^2 \quad (\text{m}^2)$

Se repetă operația de calcul *a suprafeței (S)* dintr-o altă poziție a rețelei de pătrate și se exprimă aria poligonului ca medie aritmetică a celor două procedee.

b. Procedeu grafic al rețelei de linii echidistante

Pentru determinarea prin procedeul grafic a unei suprafețe de pe un plan sau hartă, care este delimitată în mod parțial sau total de linii curbe, se folosește o *rețea de linii paralele echidistante*. Se consideră valori ale distanței dintre liniile paralele egale cu **5 mm sau 10 mm**, în funcție de scara planului. Din suprapunerea *rețelei de linii echidistante* pe conturul geometric a suprafeței grafice rezultă, mai întâi, un număr de *arii elementare trapezoidale*: $S_1, S_2, S_3, \dots, S_i$, cu *înălțimea constantă* (h), care reprezintă echidistanța dintre liniile paralele și, respectiv, *bazele medii ale trapezelor*: $b_1, b_2, b_3, \dots, b_i$.

Se calculează *aria trapezelor elementare*: $S_1, S_2, S_3, \dots, S_i$, iar prin însumarea acestora se obține *aria totală* (S), care se verifică în limitele toleranței admise printr-o altă determinare grafică.

IV.5. TOLERANȚE ADMISE LA CALCULUL SUPRAFEȚELOR

În funcție de metoda de calcul folosită, s-a stabilit mărimea admisă a *ecartului maxim* la închiderea unui contur poligonal pe suprafețe de control.

a. Toleranța admisă la calculul suprafețelor prin metoda numerică.

În cazul executării lucrărilor de cadastru și carte funciară, la nivelul unei unități, administrativ-teritoriale se parcurg următoarele etape și operații de calcul.

- *Calculul suprafeței totale a teritoriului unei unități administrativ-teritoriale*, în funcție de coordonatele rectangulare plane (X, Y) ale tuturor punctelor de hotar, cunoscute în sistemul oficial al proiecției Stereografice-1970.

- *Calculul și compensarea suprafețelor intravilanelor componente și a suprafeței extravilanului, pe aria de control a unității administrativ-teritoriale și/sau pe aria trapezelor geodezice, la scara planului topografic de bază.*

- *Calculul și compensarea suprafețelor sectoarelor cadastrale componente dintr-o unitate administrativ-teritorială pe suprafața de control a intravilanului considerat și, respectiv, a extravilanului.*

- *Calculul și compensarea suprafețelor imobilelor componente, pe aria de control a sectorului cadastral din intravilanul dat sau din extravilan.*

- *Calculul și compensarea suprafețelor parcelelor componente din cadrul suprafeței de control a unui imobil din intravilan sau din extravilan.*

În cazul ridicărilor topografice care sunt executate cu stația totală de măsurare se folosește următoarea **toleranță admisă** la închiderea suprafețelor calculate prin metoda numerică, dată de relația: $T_s = \pm e \sqrt{S(m^2)}$, (m^2)

unde: $\pm e$ – eroarea admisă la aprecierea pe teren a limitelor existente între diferite imobile și/sau parcele, care este cuprinsă între: $\pm 0,10 \text{ m}$ și $\pm 0,30 \text{ m}$;

S – suprafața conturului poligonal, în m^2 .

b. Toleranța admisă la calculul suprafețelor prin metoda mecanică.

În operațiile de planimetrare clasică se utilizează, mai întâi, **toleranța admisă** între planimetrările succesive, care nu trebuie să depășească **1-5 unități de vernier**, în funcție de mărimea suprafeței grafice a unui poligon.

În cazul planimetrării clasice a suprafeței unui imobil component al unui sector cadastral, se verifică cele două *determinări succesive* prin **toleranța admisă** care este dată de următoarea relație:

$$T = \pm 0,0003 \cdot N \cdot \sqrt{S}, \quad (m^2)$$

în care: N – numitorul scării numerice a planului cadastral;

S – suprafața imobilului sau a parcelei, care se exprimă în m^2 .

Precizia planimetrărilor efectuate cu ajutorul planimetrelor polare clasice este cuprinsă între **1/200 și 1/400 din suprafața planimetrată**, iar în cazul planimetrelor digitale este de **1/500 din suprafața planimetrată**.

c. Toleranța admisă la calculul suprafețelor prin metoda grafică

În cazul **metodei grafice** de calcul a suprafețelor cu o precizie de până la **1/400 din mărimea suprafeței date**, au fost stabilite toleranțe de închidere a acestora pe **aria de control**, care s-a determinat anterior prin metoda numerică.

Toleranțele admise la închiderea suprafețelor imobilelor și parcelor determinate prin metode grafice pe **aria de control a unui sector cadastral**, calculată anterior prin metoda numerică au fost stabilite în funcție de mărimea suprafeței și de scara numerică a planului cadastral.

Suprafețele calculate și compensate la nivelul unei unități administrativ-teritoriale pe *sectoare cadastrale și/sau trapeze geodezice* constituie baza de date primare care se înscrie în **registrul cadastral al imobilelor și/sau a parcelor**.

În funcție de baza de date primare a cadastrului tehnic existentă la nivelul fiecărui sector cadastral se întocmește **opisul alfabetic al titularilor drepturilor reale de proprietate, al posesorilor de teren și al diferiților deținători de teren**.

• Teste de autoevaluare U.I. IV

1. Ce se înțelege prin noțiunea de suprafață?
2. Enumerați datele cunoscute pentru determinarea suprafețelor prin procedeul geometric, trigonometric și analitic.
3. Definiți modul de verificare al procedurii analitice de calcul al suprafețelor.
4. Care sunt părțile componente ale unui planimetru polar clasic?
5. Descrieți regulile tehnice de planimetrare clasică a suprafețelor.
6. Care sunt operațiile de planimetrare cu polul în exteriorul unei suprafețe?
7. Principiile de bază ale planimetrării digitale în sistemul automatizat.
8. Care sunt operațiile de calcul și de verificare ale suprafețelor grafice delimitate de contururi rectilinii?
9. Care sunt operațiile de calcul și de verificare ale suprafețelor grafice delimitate de contururi sinuoase?
10. Enumerați principalele etape de calcul și de compensare a suprafețelor la nivelul unei unități administrativ-teritoriale.
11. Care este precizia și toleranța admisă la calculul suprafețelor prin metoda numerică, mecanică și grafică?
12. Care este metoda de calcul a suprafețelor ce asigură cea mai bună precizie și care este folosită în lucrările de introducere a cadastrului?

• Lucrare de verificare U.I. IV

Se cere determinarea suprafeței unui imobil în funcție de inventarul de coordonate rectangulare plane (X, Y) ale punctelor situate pe conturul geometric al acestuia, prin utilizarea procedurii analitice al metodei numerice de calcul.

• Rezumatul U.I. IV

Prin noile tehnici și tehnologii de măsurare folosite în prezent pentru introducerea lucrărilor de cadastru și carte funciară, se solicită atât cunoașterea acestora, cât și corelarea bazei de date textuale obținute cu datele existente în documentațiile cadastrale vechi din cadrul unităților administrativ-teritoriale.

În acest context, se impune atât cunoașterea metodelor de calcul actuale a suprafețelor în sistem automatizat de pe formatul digital al planurilor cadastrale, cât și a metodelor clasice de calcul a suprafețelor de pe formatul analogic al planurilor și hărților cadastrale. Totodată, au fost evidențiate și o serie de aspecte practice cu privire la modul de închidere și de constrângere a suprafețelor calculate pe contururi cunoscute, prin *aria de control* care s-a determinat anterior.

Pe lângă însușirea acestor principii generale de calcul a suprafețelor printr-o serie de metode și procedee, s-a luat în considerare și competența cunoașterii principiului numeric de calcul analitic. Astfel, s-a evidențiat, succesiunea specifică de calcul analitic, mai întâi, prin *suprafața totală a unității administrativ-teritoriale* și apoi a tuturor unităților teritoriale care sunt definite prin următoarele componente: *extravilanul, intravilanele, sectoare cadastrale, imobile, corpuri de proprietate, parcele cadastrale, subparcele și alte diviziuni*.

• Bibliografie U.I. IV

- Adam I.,** *Proprietatea publică și privată asupra imobilelor în România*, Editura C.H. Beck, București, 2000
- Badea Gh.,** *Cadastru general*, Editura Conspress, București, 2005
- Dragomir P., Haret C., Moraru N., Neuner I., Săvulescu C.,** *Lucrări topografice în cadastru. Ghid*. Editura Matrix Rom, București, 1995
- Ienciu I., Oprea L.,** *Prelucrarea automată a datelor analitice și grafice din topografie și cadastru*, Editura Aeternitas, Alba Iulia, 2009
- Leu I. N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciotlăuș Ana, Ciolac Valeria,** *Topografie și cadastrul agricol*, Editura Didactică și Pedagogică, R.A., București, 1999
- Moca V, Ilioi D.,** *Cadastru funciar general – lucrări și calcule topografice*, Editura Nona, Piatra Neamț, 1998
- Moca V.,** *Topografie și desen tehnic - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” Iași, (CD), 2002
- Moca V.,** *Topografie și cadastru - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” Iași, (CD), 2002
- Moca V., Radu O., Fronea Loredana,** *Cadastru agricol - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” Iași, (CD), 2002
- Osaci-Costache Gabriela,** *Topografie-Cartografie*, ediția a II-a revăzută, Editura Universitară, București, 2011
- x x x** *Lucrări geodezice, topografice, fotogrammetrice și cadastrale*, Editura MatrixRom, București, 2007
- x x x** *Norme tehnice pentru introducerea cadastrului general*, aprobate cu Ordinul M. Adm. P. nr. 534/2001, M. Of. nr.744/2001, cu modificările ulterioare

U.I. V

NIVELMENTUL

● Cuprins U.I. V

- V.1. Noțiuni generale de nivelment
- V.2. Tipuri de nivelment
- V.3. Rețeaua geodezică de nivelment a României
- V.4. Nivelmentul geometric
 - V.4.1. Măsurarea diferențelor de nivel în nivelmentul geometric
 - V.4.2. Clasificarea nivelmentului geometric
 - V.4.3. Instrumente de nivelment geometric
 - V.4.4. Mire de nivelment geometric
 - V.4.5. Nivelmentul geometric de mijloc simplu
 - V.4.6. Nivelmentul geometric de capăt simplu
- V.5. Reprezentarea reliefului pe hărți și planuri
 - V.5.1. Procedeul vederii în perspectivă
 - V.5.2. Metoda hașurilor
 - V.5.3. Metoda tentelor hipsometrice
 - V.5.4. Metoda planului cotate nivelitic
 - V.5.5. Principiul reprezentării reliefului prin metoda curbelor de nivel
 - V.5.6. Stabilirea echidistanței naturale sau numerice a curbelor de nivel
 - V.5.7. Clasificarea și reprezentarea grafică a curbelor de nivel
 - V.5.8. Reprezentarea formelor de relief prin metoda curbelor de nivel
- V.6. Panta terenului și modul de exprimare
- V.7. Calculul pantei terenului pe hărți și planuri cu ajutorul curbelor de nivel

● Obiective U.I. V

- Cunoașterea noțiunilor de bază ale nivelmentului clasic;
- Însușirea principalelor tipuri de instrumente de nivelment geometric;
- Cunoașterea metodelor de reprezentare ale reliefului terenului pe planuri;
- Însușirea modului de reprezentare a formelor de relief pe hărți și planuri;
- Definirea noțiunii de pantă și a modului de exprimare numerică;
- Determinarea pantei terenului pe planuri și hărți cu curbe de nivel.

V.1. NOȚIUNI GENERALE DE NIVELMENT

Nivelmentul sau altimetria se ocupă cu studiul instrumentelor și a metodelor prin care se determină *diferențele de nivel sau de altitudine* între diferite puncte ale terenului și cu determinarea poziției pe verticală a acestor puncte de pe suprafața topografică, față de o suprafață de referință.

Prin ridicările de nivelment se completează *planimetria terenului* cu *reprezentarea reliefului* prin metoda curbelor de nivel, obținându-se o imagine completă asupra unei unități teritoriale. În acest scop, se raportează punctele obținute în urma ridicării planimetrice, prin coordonatele plane (X, Y), care se completează cu cotele absolute (Z) ale punctelor măsurate.

Rețeaua geodezică de nivelment a României cuprinde repere de nivelment amplasate în lungul căilor de comunicație (*căi ferate, șosele, străzi*), în cadrul diferitelor construcții (*clădiri și poduri*), care au fost determinate cu o precizie superioară, prin *cote normale, în planul de referință Marea Neagră-1975*.

Pentru determinarea cotelor absolute ale punctelor caracteristice de pe suprafața topografică, precum și a celor de pe fundul mărilor și oceanelor, s-a stabilit, *suprafața geoidului* ca fiind *suprafața de referință, de nivel zero*. Această *suprafață de nivel zero* este reprezentată „*în mod intuitiv*” de prelungirea nivelului mediu liniștit al mărilor și a oceanelor lumii, pe sub scoarța terestră a continentelor, care determină *forma geometrică a geoidului* (fig. V.1).

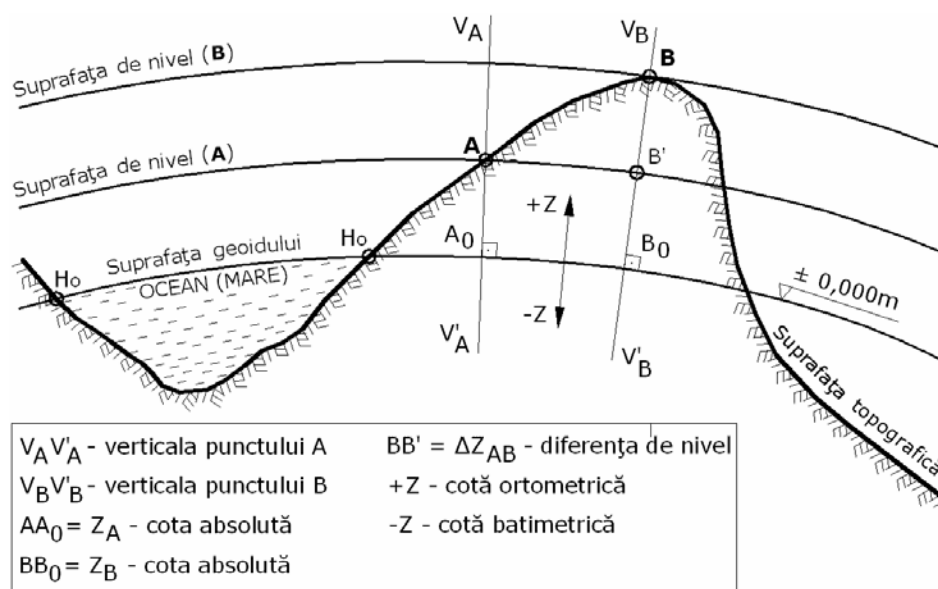


Fig. V.1 – Secțiune verticală prin suprafața topografică a Pământului

Denumirea forme fundamentale a Pământului ca **geoid** a fost stabilită în anul 1873 de către geodezul *J. B. Listing*. Geoidul este o *suprafață echipotențială* din punct de vedere al accelerației gravitaționale, fiind *perpendiculară*, în orice punct al ei la direcția gravitației terestre dată de firul cu plumb.

Pentru țara noastră, **suprafața de nivel zero**, este dată suprafața liniștită, a Mării Negre, de nivel mediu, care s-a materializat prin *reperul zero fundamental*, încastrat într-un monolit de beton, în **Capela Militară din portul Constanța**.

Deoarece *suprafața de nivel* este definită ca o suprafață perpendiculară, în orice punct al ei, pe direcția verticalei dată de firul cu plumb ($V_A V'_A$ sau $V_B V'_B$), rezultă că toate punctele de pe suprafața Pământului au o suprafață de nivel. Deci, suprafețele care trec prin punctele A și B, paralele cu *suprafața de nivel zero*, sunt considerate tot ca *suprafețe de nivel*, pe baza cărora se determină atât cotele absolute, iar uneori și cotele relative ale punctelor topografice.

- **Cota absolută sau altitudinea** unui punct topografic este distanța măsurată pe verticală, între *suprafața de nivel zero* și *suprafața de nivel* care trece prin punctul considerat ($Z_A = AA_0$), fiind exprimată în metri.

- **Cota relativă sau altitudinea** unui punct topografic este distanța măsurată pe verticală de la o *suprafață de referință relativă* și până la *suprafața de nivel* a punctului considerat, fiind exprimată în metri și utilizată în cazul ridicărilor locale.

- **Diferența de nivel** este distanța măsurată pe verticală, dintre *suprafețele de nivel ce trec prin punctele considerate (A și B)*, care rezultă din măsurătorile de nivelment ce se execută pe teren ($\Delta Z_{AB} = BB'$). În cazul cunoașterii poziției altimetrice a celor două puncte topografice prin *cotele absolute*, se obține mărimea diferenței de nivel în metri, cu relația generală: $\pm \Delta Z_{AB} = Z_B - Z_A$. Din punct de vedere practic diferența de nivel poate să fie pozitivă sau negativă în funcție de poziția altimetrică a celor două puncte de cote absolute cunoscute.

- **Cotele ortometrice (+Z)** sunt măsurate în sens pozitiv pe suprafața topografică a uscatului, în raport cu *suprafața de nivel zero a geoidului*.

- **Cotele batimetrice (-Z)** sunt măsurate în sens negativ pentru suprafața mărilor și oceanelor lumii, care ocupă circa 70% din suprafața Pământului, în raport cu *suprafața de nivel zero a geoidului*.

- **Cota geodezică sau altitudinea elipsoidală** a unui punct de pe suprafața terestră este determinată pe direcția normalei la elipsoidul terestru.

În prezent, cotele absolute normale sunt determinate în raport cu *zero fundamental* al sistemul de referință **Marea Neagră - 1975 (MN - 1975)**.

V.2. TIPURI DE NIVELMENT

În funcție de principiul de măsurare a *diferenței de nivel* dintre două puncte și de instrumentele folosite se disting o serie de *tipuri de nivelment*.

a. Nivelmentul geometric sau direct

Se execută cu *instrumente de nivel*, a căror construcție, se bazează pe *principiul vizelor orizontale*. Diferența de nivel (ΔZ_{AB}) dintre punctele A și B, se obține în mod direct, în funcție de *înălțimile a și b ale unei vize orizontale*, care sunt citite pe mirele ținute în poziție verticală în cele două puncte date (fig. V.2).

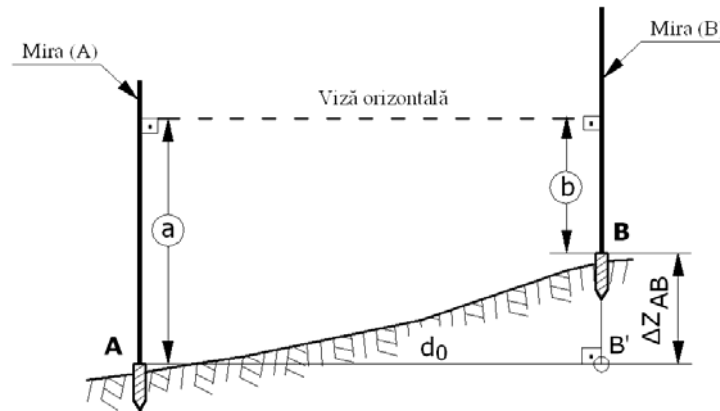


Fig. V.2 – Măsurarea diferenței de nivel, în nivelmentul geometric

b. Nivelmentul trigonometric sau indirect

Se execută cu *teodolite sau tahimetre*, în cazul terenurilor cu pante mari, care transmit *vize înclinate*, cu ajutorul cărora se măsoară *unghiul vertical de pantă* (α) sau *unghiul vertical zenital* (Z). Diferența de nivel (ΔZ_{AB}) se determină pe cale indirectă cu ajutorul următoarelor formule trigonometrice (fig. V.3).

$$\Delta Z_{AB} = d_{oAB} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{AB} \quad \text{sau} \quad \Delta Z_{AB} = d_{oAB} \cdot \operatorname{ctg} Z_{AB} \quad (\text{m})$$

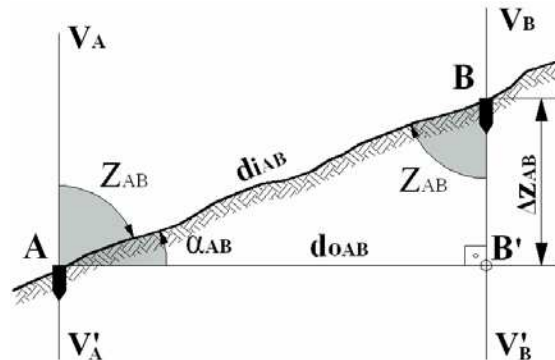


Fig. V.3 – Măsurarea diferenței de nivel, în nivelmentul trigonometric

c. Nivelmentul barometric sau fizic

Se bazează pe principiul, conform căruia presiunea atmosferică scade pe măsură ce crește altitudinea. Diferența de nivel (ΔZ_{AB}) dintre două puncte, se calculează cu formule speciale, care se bazează pe datele obținute din măsurarea presiunii cu *barometre aneroide* și, respectiv, a temperaturii.

d. Nivelmentul fotogrammetric sau stereofotogrammetric

Se execută cu aparate și tehnici aerofotogrammetrice, pe baza cărora se obțin *fotograme aeriene și terestre*, care ulterior sunt prelucrate.

e. Nivelmentul batimetric

Se execută pentru determinarea formelor de relief subacvatice ale apelor stătătoare: bălți naturale, lacuri de acumulare, marea teritorială și altele.

f. Nivelmentul satelitar

Se execută cu ajutorul sistemelor de poziționare satelitare globale, *NAVSTAR - GPS (Global Positioning System)*, GLONASS și a receptoarelor de teren, de precizie geodezică.

V.3. REȚEAUA GEODEZICĂ DE NIVELMENT A ROMÂNIEI

Rețeaua geodezică de nivelment, de înaltă precizie și de precizie s-a realizat și s-a compensat riguros în planul de referință *Marea Neagră-1975* pe baza măsurărilor executate între anii 1974-1990. Rețeaua de nivelment clasic a României, denumită și *rețeaua nivelmentului de stat*, independentă de rețeaua geodezică de sprijin a ridicărilor planimetrice este alcătuită dintr-o serie de puncte, care au fost încadrate în patru ordine de precizie.

- *Nivelmentul geometric de ordinul I* constituie o lucrare geodezică realizată cu o înaltă precizie, care s-a determinat cu o *eroare medie pătratică* de până la $\pm 0,5 \text{ mm} / 1 \text{ km de drumuire}$. Rețeaua de *ordinul I* a fost executată prin drumuiri de nivelment geometric cu punctul de pornire pe *reperul fundamental de cotă zero, din portul Constanța*. Aceste drumuiri au fost desfășurate pe trasee închise, în lungul căilor de comunicație și, respectiv, a căilor ferate, cu lungimea totală a acestora de până la *1 200-1 500 km*.

- *Nivelmentul geometric de ordinul II* s-a dezvoltat între punctele de ordinul I, prin drumuiri de nivelment geometric cu *lungimea medie* a traverselor și poligoanelor de până la *500-600 km*. Precizia de determinare a cotelor absolute ale punctelor nivelmentului de ordinul II este de $\pm 5 \text{ mm} \sqrt{L}$, în care (*L*) este lungimea în *km* a traseului unei drumuiri de nivelment geometric.

- **Nivelmentul geometric de ordinul III**, s-a dezvoltat printr-o serie de drumuri de nivelment, fiind desfășurate între punctele de ordinul I și II cu lungimea medie a traseului de **150-200 km** și cu o precizie de până la $\pm 10 \text{ mm } \sqrt{L}$.

- **Nivelmentul geometric de ordinul IV** s-a desfășurat sub formă de traverse și poligoane, între punctele de ordin superior, cu lungimea medie a traseului de până la **100 km** și cu o precizie de $\pm 20 \text{ mm } \sqrt{L}$.

Rețeaua geodezică de nivelment geometric a României care a fost determinată în **sistemul de cote normale Marea Neagră-1975** cuprinde un număr de **17 500 puncte**, marcate prin borne, repere și mărci. Lungimea totală a rețelelor de nivelment geometric general al țării însumează aproximativ **19 000 km**.

V.4. NIVELMENTUL GEOMETRIC

Din punct de vedere practic, nivelmentul geometric se folosește în cazul terenurilor relativ plane sau cu o înclinare redusă. Acest tip de nivelment este considerat ca fiind cel mai precis sub aspectul măsurării *diferențelor de nivel* și, respectiv, al determinării cotelor ortometrice.

V.4.1. Măsurarea diferențelor de nivel în nivelmentul geometric

Principiul de bază al nivelmentului geometric constă din determinarea directă a *diferenței de nivel* dintre două puncte, relativ apropiate, cu ajutorul *vizelor orizontale*, care se transmit cu ajutorul instrumentului de nivel, pe mirele ținute în poziție verticală în punctele marcate pe teren (fig. V.4).

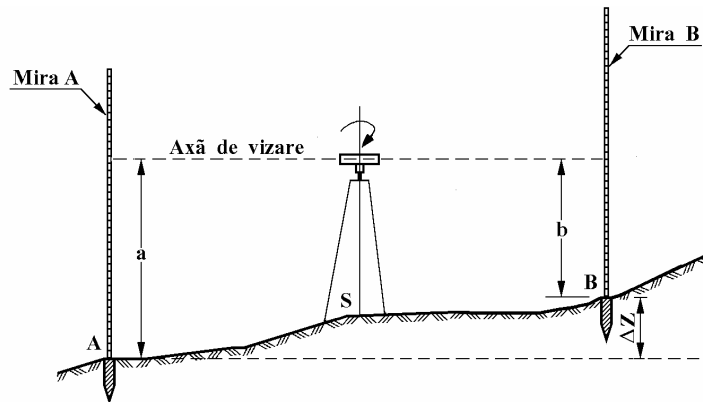


Fig. V.4 – Măsurarea diferențelor de nivel pe principiul vizelor orizontale

Diferența de nivel dintre cele două puncte se obține în funcție de citirile efectuate pe cele două mire, cu relația de forma: $\pm \Delta Z_{AB} = a - b$.

V.4.2. Clasificarea nivelmentului geometric

În funcție de modul de determinare a *diferențelor de nivel* și de precizia de măsurare se disting mai multe criterii de clasificare ale nivelmentului geometric.

a. Modul de staționare a instrumentului de nivel.

- **Nivelmentul geometric de mijloc**, unde se staționează cu instrumentul de nivel la *mijlocul distanței* dintre punctul de cotă cunoscută și punctul cotă necunoscută, între care se măsoară o diferență de nivel ($\pm\Delta Z$).

- **Nivelmentul geometric de capăt**, unde instrumentul de nivel se așează în punctul de cotă cunoscută, iar în punctul a cărui cotă trebuie să fie determinată se ține o miră în poziție verticală, între care se măsoară o diferență de nivel ($\pm\Delta Z$).

b. Modul de măsurare a diferențelor de nivel.

- **Nivelmentul geometric de mijloc simplu și/sau de capăt simplu**, la care diferența de nivel dintre punctul de cotă cunoscută și punctul sau punctele de cote necunoscute, se determină, dintr-o *singură stație*, care din punct de vedere practic corespunde unui *traseu scurt de până la 90-150 m*.

- **Nivelment geometric de mijloc compus și/sau de capăt compus**, se aplică în cazul unor trasee ale drumurilor cu o *lungime totală de până la 3-5 km*.

Diferența de nivel dintre punctele de pe lungimea traseului, se determină prin **metoda drumuirii** de nivelment geometric, din mai *multe stații*, pe baza **porteor** cu lungimea de: 30 – 50 m (ordinul I); 50 – 70 m (ordinul II); 70 – 80 m (ordinul III); 100 – 120 m (ordinul IV).

c. Precizia de măsurare a diferențelor de nivel:

După modul de executare a măsurărilor și toleranțele admise la închiderea drumurilor de nivelment geometric se disting următoarele categorii de precizie.

- **Nivelmentul geometric de înaltă precizie**, cu eroarea: $\leq (\pm 0,5 \text{ mm / km})$.
- **Nivelmentul geometric de precizie**, cu eroarea: $\leq (\pm 2 \text{ mm / km})$.
- **Nivelmentul geometric de precizie medie**, cu eroarea: $\leq (\pm 6 \text{ mm / km})$.

V.4.3. Instrumente de nivelment geometric

Tipurile de instrumentele utilizate în ridicările de nivelment geometric trebuie să realizeze în mod riguros *orizontalizarea axei de vizare a lunetei*, pe baza căreia se efectuează citirile în dreptul celor *trei fire* de pe mira verticală.

După modul de realizare a *vizelor orizontale* ale axei lunetei, se disting *trei categorii constructive*: **nivele clasice, nivele compensatoare și nivele digitale**.

a. Nivele clasice cu orizontalizare manuală și cu șurub de fină calare

Instrumentele de nivel clasice fixe sau rigide au fost modernizate în decursul timpului printr-o serie de modificări ale sistemului mecanic și, în special, ale componentelor sistemului optic (fig. V.5).

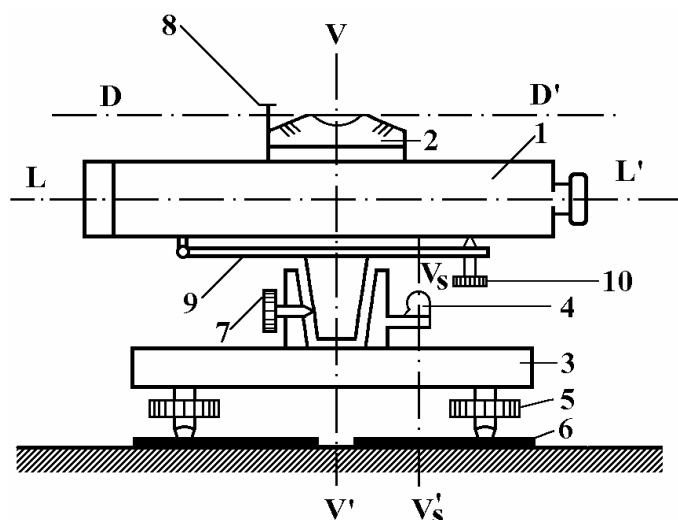


Fig. V.5 – Nivela clasică cu lunetă fixă și cu orizontalizare manuală

LEGENDA:

1. Luneta nivelei, cu axa de vizare LL' ;
2. Nivelă torică, cu axa teoretică (directricea), DD' ;
3. Ambaza sau suportul instrumentului de nivel;
4. Nivelă sferică, cu axa verticală $V_s V'_s$;
5. Șuruburi de calare;
6. Placa de tensiune;
7. Șurub de blocare a mișcării lunetei, în plan orizontal;
8. Șurub de rectificare al nivelei torice;
9. Traversă sau pârghie de basculare articulată la unul din capete de corpul lunetă - nivelă torică, iar la celălalt capăt de un șurub de fină calare;
10. Șurub de fină calare, care asigură înclinarea micrometrică a corpului lunetă - nivelă torică, în plan vertical.

Instrumentele de nivel sunt prevăzute cu cercuri orizontale gradate. Cele patru axe teoretice ale nivelei trebuie să îndeplinească următoarele trei condiții:

- **condiția de verticalitate:** axa principală VV' să fie verticală;
- **condiția de perpendicularitate:** $DD' \perp VV'$;
- **condiția de paralelism:** $LL' \parallel DD'$ și $V_s V'_s \parallel VV'$.

Pentru executarea corectă a observațiilor de teren, se efectuează, mai întâi, o *calare aproximativă* cu ajutorul nivelei sferice (4) și apoi o *calare de precizie* cu ajutorul nivelei torice (2). Orizontalizarea *axei de vizare a lunetei (LL')* se face cu ajutorul nivelei torice obișnuite sau a nivelei cu coincidență și a *șurubului de fină de calare (10)*, pentru fiecare viză transmisă către mirele topografice și apoi se verifică de fiecare dată, înainte de efectuarea citirilor pe firele stadimetrice.

În momentul aducerii bulei de aer a nivelei torice între repere, se consideră că, orizontalizarea axei de vizare este realizată, iar *cele două jumătăți ale acesteia sunt aduse cap la cap sau în coincidență* (fig. V.6.b). Observarea *coincidenței* dintre cele două jumătăți ale bulei, se poate face și printr-un ocular situat în stânga lunetei, unde *imaginea optică este adusă prin intermediul unor prisme*. La unele instrumente de mare precizie, imaginea coincidenței bulei nivelei torice este adusă *direct în câmpul ocularului lunetei* (fig. V.6.c).

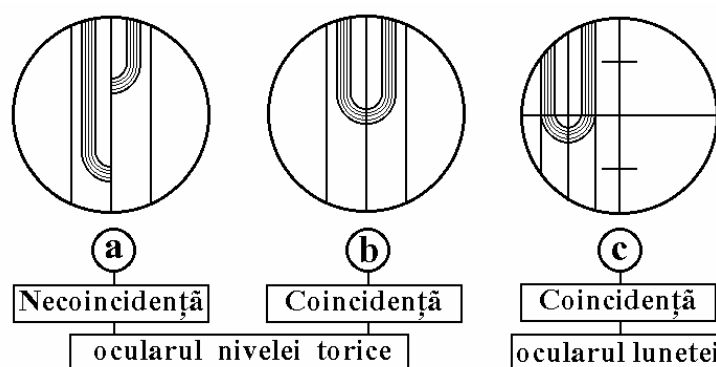


Fig. V.6 – Calarea nivelei clasice cu nivela torică de precizie

În funcție de precizia de măsurare a diferențelor de nivel, cu ajutorul nivelelor clasice cu nivelă torică de contact și cu șurub de fină calare, au fost evidențiate *trei tipuri* de nivele clasice.

- **Nivele clasice de precizie medie $\leq (\pm 6 \text{ mm/km})$:** nivelul 5153-B, realizat de firma *Filotecnica Salmoiraghi (Milano)*; nivelul Ni - B1 MOM (Budapesta); nivelul N10 Wild - Heerbrugg AG și altele.

- **Nivele clasice de precizie $\leq (\pm 2 \text{ mm/km})$:** nivelele 5167 și 5169, realizate de firma *Filotecnica Salmoiraghi (Milano)*; nivelul N2 Wild Heerbrugg AG și instrumentul de nivel Ni - 030 Zeiss Jena.

- **Nivele clasice de înaltă precizie $\leq (\pm 0,5 \text{ mm/km})$:** nivelul de tipul Ni A1 – MOM NAI; nivelul N3 – Wild; nivelul Ni 004 Zeiss și altele.

b. Nivele moderne cu orizontalizare automată a axei de vizare

În vederea creșterii randamentului ridicărilor nivelitice au fost concepute și realizate instrumente de nivelment geometric fără nivelă torică de contact. La aceste instrumente se realizează *orizontalizarea automată a axei de vizare* cu ajutorul unui **compensator optic**, după ce în prealabil se efectuează o *calare aproximativă* cu ajutorul nivelei sferice și a șuruburilor de calare. În funcție de conceptul constructiv al instrumentelor de nivel compensatoare, se disting *trei tipuri de compensatoare optice: cu pendul, cu nivelă și cu lichid*.

Precizia nivelelor cu orizontalizare automată a axei de vizare este determinată de puterea de mărire a lunetei și de precizia compensatorului. Tipurile de nivel compensatoare se diferențiază în funcție de precizia de măsurare a diferențelor de nivel și de modul de orizontalizare a axei de vizare.

- **Nivele moderne automate cu compensatoare cu pendul, de precizie medie** $\leq (\pm 6 \text{ mm/km})$: 5173 Filotecnica Salmoiraghi (Milano); NI-DI MOM (Budapesta); Ni 025 - Zeiss Jena; Ni 050 - Zeiss Jena, iar din generațiile mai noi se evidențiază nivela Ni 50 - Zeiss Jena.

- **Nivele moderne automate cu compensatoare cu pendul, de precizie** $\leq (\pm 2 \text{ mm/km})$, tipurile mai vechi: Ni-B3 MOM (Budapesta) și NA 2 Wild-Heerbrugg AG, iar din noua generație a firmei Carl Zeiss - Jena se evidențiază nivelele automate: nivelul Ni 30 și nivelul Ni 40.

- **Nivele moderne automate cu compensatoare cu pendul, de înaltă precizie** $\leq (\pm 0,5 \text{ mm/km})$: 5190 Filotecnica Salmoiraghi (Milano); Koni 007 Zeiss; nivela de precizie de tipul Ni 002 Zeiss și altele.

c. Nivele electronice digitale

Pentru modernizarea rețelelor de nivelment geometric de înaltă precizie și pentru măsurarea cu precizie superioară a unor deformații ale construcțiilor, s-a realizat, o serie nouă de **nivele digitale**. În acest scop, s-a efectuat implementarea în corpul nivelei a unui **detector electronic integrat**. Totodată, mira clasică de nivelment a fost înlocuită cu o miră specială, care include o **riglă codificată**.

Din punct de vedere practic, valorile culese de pe rigla codificată sunt sesizate cu o precizie ridicată și apoi sunt analizate de un calculator integrat, după care sunt stocate într-o memorie internă. Dintre cele mai folosite nivele digitale în executarea ridicărilor de nivelment geometric sunt citate următoarele tipuri de instrumente: Zeiss, Wild, Leica. Precizia de măsurare a diferențelor de nivel este cuprinsă între $\pm 0,3 \text{ mm}$ și până la $\pm 0,7 \text{ mm}$ pe kilometru dublu de nivelment.

V.4.4. Mire de nivelment geometric

Nivelmentul geometric se execută cu ajutorul celor trei categorii constructive de nivele și a mirelor centimetrice, cu bandă de invar și cu coduri de bare.

a. Mira topografică denumită și **miră centimetrică** este folosită în ridicările de nivelment și de planimetrie. Mira topografică este confecționată din lemn uscat, cu lungimea de 2, 3 sau 4 m, lățimea de 10 ... 14 cm și cu o grosime de 2 - 3 cm, fiind pliante sau telescopice. Cele două capete ale mirei sunt protejate de rame metalice, iar la o înălțime de 1,25 m de la baza mirei sunt montate două mânere, ce servesc la ținerea mirei în poziție verticală. Pe o față a mirei sunt trasate diviziunile de ordinul centimetrilor, care sunt grupate în *primii cinci centimetri* ai fiecărui decimetru, sub forma literei **E**. Numerotarea diviziunilor de ordinul decimetrilor se face prin *metri și decimetri*, începând de la baza mirei cu cifrele: **00; 01; 02; ...**, care sunt înscrise în poziție dreaptă sau răsturnată, pe fondul alb al mirei, prin culoare neagră sau roșie (fig. V.7.a).

b. Mira cu bandă de invar este folosită în nivelmentul de precizie și de înaltă precizie împreună cu instrumente de nivel prevăzute cu micrometru optic. Aceste mire sunt confecționate din lemn uscat, cu lungimea de 1,75 m sau de 3,00 m, nefiind pliabile în timpul transportului. **Banda de invar** cu o lățime de 2,5 cm este fixată în mod rigid pe mijlocul mirei fiind realizată dintr-un aliaj de 64% oțel și 36% nichel, cu un coeficient de dilatație de $\pm 0,000/\text{mm}/\text{m}$ și grad Celsius (fig. V.7.b).

c. Mira cu coduri de bare a fost executată printr-o construcție specială, unde, pe o față sunt prevăzute *coduri de bare*, iar pe cealaltă față sunt gradații centimetrice. Codurile de bare au fost trasate prin procedee riguroase cu o precizie de până la $\pm 0,001$ mm. Astfel, s-a realizat pe mira de tipul *Leica* un *cod pseudoaleator aperiodic*, care cuprinde 2 000 elemente într-un spațiu de 4 050 mm. Pe mira de tipul *Zeiss*, codul se bazează pe o *alternanță alb-negru / 2 cm* (fig. V.7.c).

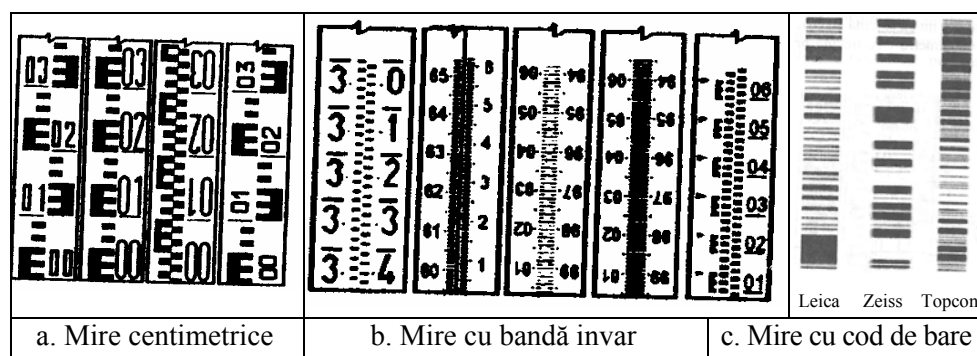


Fig. V.7 – Mire de nivelment geometric

V.4.5. Nivelmentul geometric de mijloc simplu

Se bazează pe principiul staționării instrumentului de nivel la mijlocul distanței dintre cele două puncte între care se măsoară diferența de nivel. Instalarea instrumentului de nivel se poate face pe aliniamentul dintre cele două puncte date sau lateral față de acesta, dar cu condiția *păstrării egalității distanței dintre instrument și punctele date, cu o abatere de până la $\pm 1-2$ m*. Distanța dintre instrumentul de nivel și poziția mirei topografice este denumită **portee**, iar distanța dintre cele două mire consecutive de pe traseul dat se numește **niveleu**.

Se consideră *punctele A și B* între care se cere măsurarea *diferenței de nivel* și determinarea cotei *punctului B*, în funcție de cota *punctului A* (fig. V.8).

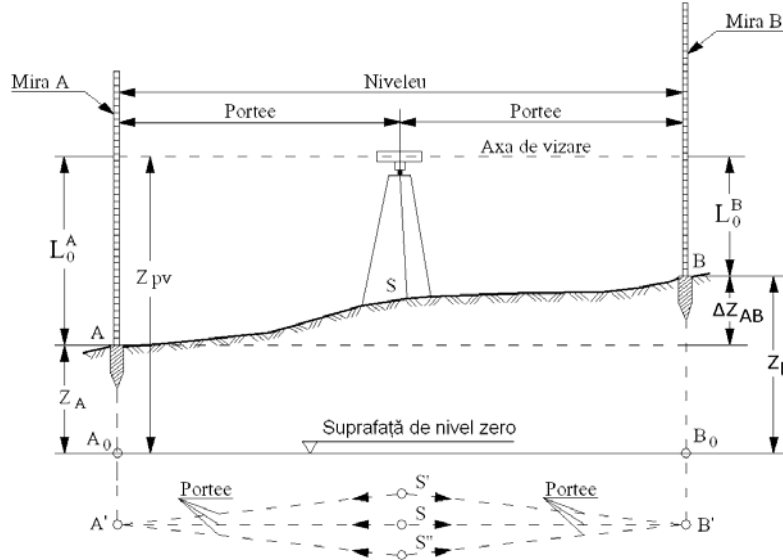


Fig. V.8 – Nivelmentul geometric de mijloc simplu

a. Lucrările din faza de teren

- Se așează instrumentul de nivel în poziție corectă de lucru, în **punctul de stație S**, unde se efectuează calarea aproximativă și apoi calarea de precizie.
- Se ține câte o miră topografică în *poziție perfect verticală cu diviziunea zero*, mai întâi, pe reperul din punctul A și apoi pe reperul din punctul B.
- Se efectuează citirile pe miră la cele trei fire, pe mira din **punctul A**, considerat **punct înapoi**: L_0^A, L_1^A, L_2^A și pe mira din **punctul B**: L_0^B, L_1^B, L_2^B .
- Se verifică citirile efectuate la firul nivelor (L_0) și la cele două fire stadimetrice (L_1 și L_2) cu relația de forma: $L_0 = \frac{L_1 + L_2}{2}$ sau prin diferența dintre citiri: $(L_1 - L_0) = (L_0 - L_2)$, în limitele unei abateri de până la $\pm 1-2$ mm.

b. Lucrările din faza de calcul

Cota absolută a punctului B, se poate determina pe baza observațiilor rezultate din faza de teren, prin următoarele două procedee de calcul.

• **Procedeeul diferenței de nivel** măsurate pe teren între cele două puncte, care se determină cu următoarea relație: $\pm \Delta Z_{AB} = (L_0^A - L_0^B)$ (m), unde:

L_0^A - citirea la firul reticular nivelor pe mira din *punctul A*;

L_0^B - citirea la firul reticular nivelor pe mira din *punctul B*.

Diferența de nivel dintre cele două puncte date poate să fie *pozitivă sau negativă*, în funcție de citirea de pe mira din *punctul înapoi*, care poate să fie mai mare sau mai mică decât citirea de pe mira din *punctul înainte*.

Cota absolută a punctului B, se obține cu relația: $Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB}$ (m) în care: Z_A - *cota punctului A*; ΔZ_{AB} - *diferența de nivel*.

Exemplu: Pentru citirile efectuate pe mira topografică din *punctul înapoi A*: $L_1^A = 2752$ mm; $L_2^A = 2304$ mm; $L_0^A = 2528$ mm și, respectiv, pe mira din *punctul înainte B*: $L_1^B = 1516$ mm; $L_2^B = 0990$ mm; $L_0^B = 1253$ mm se determină:

$$\Delta Z_{AB} = L_0^A - L_0^B = 2528 - 1253 = 1275 \text{ mm} = 1,275 \text{ m}$$

Cota absolută a punctului B se determină cu relația de mai sus:

$$Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB} = 160,421 + 1,275 = 161,696 \text{ m.}$$

• **Procedeeul cotei planului de vizare al instrumentului de nivel**, constă din determinarea, mai întâi, a *cotei planului de vizare al instrumentului de nivel*, din punctul de stație S, ce se obține cu următoarea expresie:

$$Z_{pv} = Z_A + L_0^A = 160,421 + 2,528 = 162,949 \text{ m;}$$

În continuare, se calculează *cota necunoscută a punctului B* ca fiind egală cu *diferența dintre cota planului de vizare al instrumentului de nivel* și citirea efectuată la firul reticular nivelor pe mira din *punctul B*.

$$Z_B = Z_{pv} - L_0^B = 162,949 - 1,253 = 161,696 \text{ m.}$$

Se consideră faptul că, din punct de vedere principal, *procedeeul diferenței de nivel*, se folosește în mod obișnuit în cazul ridicărilor de nivelment executate prin *metoda drumirii de nivelment geometric*.

Procedeeul cotei planului de vizare al instrumentului de nivel, se aplică pentru calculul cotelor tuturor *punctelor de radiere* și, respectiv, ale *punctelor situate pe profile transversale ale ridicărilor de nivelment*.

V.4.6. Nivelmentul geometric de capăt simplu

În cazul nivelmentului geometric de capăt sau înainte, se staționează cu instrumentul de nivel în *punctul A* de cotă cunoscută, iar mira topografică se ține în poziție verticală în *punctul B*, de cotă necunoscută. Distanța dintre instrumentul de nivel și poziția mirei topografice este denumită **portee = niveleu**.

Se consideră *punctele A și B* între care se cere măsurarea *diferenței de nivel* și determinarea cotei *punctului B*, în funcție de cota *punctului A* (fig. V.9).

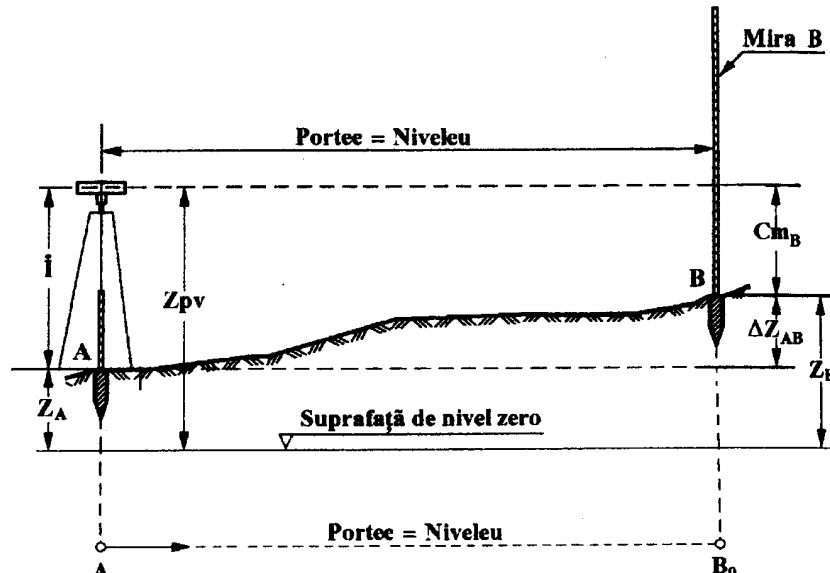


Fig. V.9. Nivelmentul geometric de capăt simplu

a. Lucrările din faza de teren

- Se așează instrumentul de nivel în poziție corectă de lucru, în *punctul de stație S*, unde se efectuează calarea aproximativă și apoi calarea de precizie.
- Se măsoară înălțimea *instrumentului de nivel (I)* pe verticala cuprinsă între reperul *punctului de stație A* și până la axa de vizare, cu ajutorul unei rulete.
- Se ține o miră topografică în *poziție perfect verticală cu diviziunea zero* pe reperul din *punctul B* al aliniamentului considerat.
- Se efectuează citirile pe mira topografică din *punctul B*, la firul nivelor (L_0^B) și la cele două fire stadimetrice (L_1^B, L_2^B).
- Se verifică citirile efectuate pe miră cu relația: $L_0 = \frac{L_1 + L_2}{2}$ sau prin egalitatea diferențelor: $(L_1 - L_0) = (L_0 - L_2)$, în limitele unei abateri de $\pm 1-2 \text{ mm}$.

b. Lucrările din faza de calcul

Cota absolută a punctului B, se poate determina pe baza observațiilor rezultate din faza de teren, prin următoarele două procedee de calcul.

• **Procedeeul diferenței de nivel** măsurate pe teren între cele două puncte, care se determină cu următoarea relație: $\pm \Delta Z_{AB} = (I - C m_B)$ (m), unde:

I – înălțimea instrumentului de nivel din *punctul de stație A*;

$C m_B$ - citirea la firul reticular nivelor, pe mira din *punctul B*.

Diferența de nivel dintre cele două puncte date poate să fie *pozitivă sau negativă*, în funcție de *înălțimea instrumentului de nivel din punctul de stație*, care poate să fie mai mare sau mai mică decât citirea de pe mira din *punctul înainte*.

Cota absolută a punctului B, se obține cu relația: $Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB}$ (m) în care: Z_A - *cota punctului A*; ΔZ_{AB} – *diferența de nivel*.

• **Procedeeul cotei planului de vizare al instrumentului de nivel**, din *punctul de stație A*, se obține din însumarea la cota cunoscută a *punctului A* (Z_A), a înălțimii aparatului (I) cu următoarea relație:

$$Z_{pv} = Z_A + I \quad (m);$$

În continuare, se calculează *cota necunoscută a punctului B* ca fiind egală cu *diferența dintre cota planului de vizare al instrumentului de nivel* și citirea efectuată la firul reticular nivelor pe mira din *punctul B*.

$$Z_B = Z_{pv} - C m_B \quad (m).$$

Sub aspectul preciziei de măsurare a diferenței de nivel și al randamentului, se apreciază că nivelmentul geometric de capăt este mai puțin precis decât nivelmentul geometric de mijloc, avându-se în vedere următoarele particularități:

- *diferența de nivel* determinată prin nivelmentul geometric de mijloc, se obține cu o precizie de 1...3 mm, în funcție de citirile efectuate pe mire;
- *diferența de nivel* determinată prin nivelmentul de capăt, se obține cu o precizie de 1...3 cm, funcție de eroarea de măsurare a înălțimii instrumentului (I);
- *staționarea nivelei topografice* la mijlocul distanței dintre cele două puncte, asigură eliminarea efectului curburii pământului și al refracției atmosferice și, respectiv, al neparalelismului dintre axa de vizare și directricea nivelei torice;
- *staționarea nivelei topografice* în unul din cele două capete ale unui aliniament, contribuie la creșterea erorilor menționate mai sus;
- *nivelmentul geometric de mijloc*, se aplică în cazul drumuirilor de nivelment sprijinite, cu punct nodal și/sau în formă de poligoane, iar *nivelmentul de capăt*, se folosește, în cazul radierilor și/sau a profilelor transversale.

V.5. REPREZENTAREA RELIEFULUI PE HĂRȚI ȘI PLANURI

Relieful teritoriului României cuprinde următoarele trei trepte majore:

- **treapta înaltă a Munților Carpați**, cu altitudinea maximă de 2544 m, care este reprezentată de vârful Moldoveanu;

- **treapta medie sau mijlocie** care cuprinde suprafața reprezentată de zona subcarpaților, a dealurilor și a podișurilor;

- **treapta joasă sau inferioară**, care corespunde zonelor aferente, câmpiilor, luncilor râurilor interioare și a teritoriului Deltei Dunării.

În decursul timpului au fost aplicate diferite metode de reprezentare ale reliefului terenului pe hărți și planuri, care din punctul de vedere al utilizării practice s-au dovedit mai mult sau mai puțin riguroase.

V.5.1. Procedeeul vederii în perspectivă

În cazul reprezentării formelor de relief prin *procedeul vederii în perspectivă*, s-a folosit desenarea în profil vertical a unor **mobile sau movilițe**, fie în mod individual sau grupate, care au fost evidențiate și prin trasarea de *hașuri* cu linii subțiri, pe partea estică sau vestică a acestora.

Procedeul perspectivei și-a găsit aplicarea practică din cele mai vechi timpuri și până către sfârșitul secolului al XVIII-lea. Este menționat faptul că *procedeul vederii în perspectivă* a fost aplicat pe primele hărți românești. În acest context este citată **Harta Țării Românești**, din anul 1700 întocmită de către stolnicul Constantin Cantacuzino (fig. V.9).

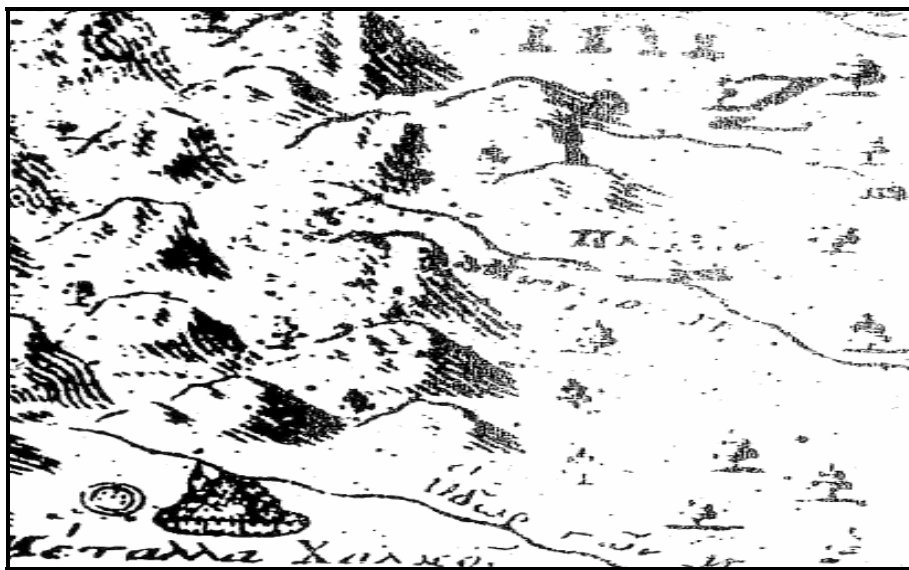


Fig. V.9 – Fragment din harta Țării Românești din anul 1700

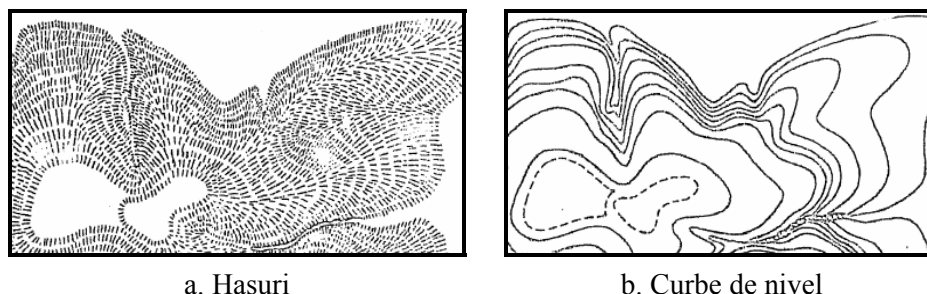
V.5.2. Metoda hașurilor

Reprezentarea reliefului terenului prin *metoda hașurilor* a fost introdusă în anul 1799, de către *geodezul T.G. Lehman*. Înălțimile formelor de relief și categoriile de pantă ale versanților sunt acoperite cu hașuri, care sunt trasate pe baza principiului iluminării verticale.

Pentru trasarea propriu-zisă a hașurilor au fost folosite *grupe ale mărimii ale unghiurilor verticale de pantă*, cărora în reprezentarea convențională, le vor corespunde un raport între grosimea hașurilor și spațiul dintre ele. Pe baza acestui principiu, se consideră că, *terenurile relativ orizontale* (*șesuri, podișuri, platouri*) și *versanții cu pantă mică*, nu se hașurează, ceea ce creează aspectul unor umbre care acoperă pantele considerate. Pe măsură ce panta terenului este mai mare, se consideră că zona respectivă primește mai puțină lumină și invers.

Hașurile sunt trasate pe linia de cea mai mare pantă, prin *linii dese, scurte și îngroșate* pe versanții cu pantă mare (zone mai întunecate) și prin *linii rare, lungi și subțiri* pe terenuri cu pantă mai mică (zone mai deschise).

În raport cu aspectul și poziția reciprocă a formelor de relief, *metoda hașurilor este plastică și expresivă* (fig. V.10.a), în comparație cu reprezentarea reliefului prin *metoda curbelor de nivel* (fig. V.10.b).



a. Hașuri

b. Curbe de nivel

Fig. V.10 – Reprezentarea reliefului prin hașuri (a) și curbe de nivel (b)

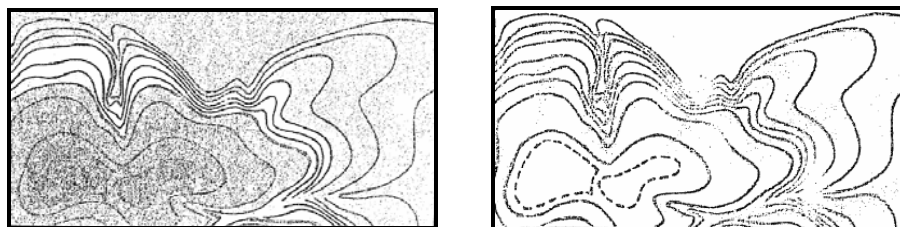
V.5.3. Metoda tentelor hipsometrice

Prin tentele hipsometrice se realizează acoperirea spațiilor dintre curbele de nivel cu *diferite nuanțe de culoare*, pe diferite zone de înălțime a reliefului.

Zona de munte cu altitudinea de peste 1000 m este reprezentată de *culoarea maro* de diferite nuanțe. Se menționează faptul că pe măsură ce zonele sunt situate la cote mai ridicate, cu atât și nuanțele de culoare sunt mai închise.

Zona de câmpie cu altitudinea mai mică de 200 m este reprezentată cu nuanțe de *culoare verde*, care se bazează pe următorul principiu, *cu cât terenul este situat la altitudini mai joase, cu atât nuanța de culoare este mai închisă*.

Tentele hipsometrice reprezentate pe zonele cu diferite categorii de înălțime determină o imagine foarte clară și plastică a reliefului terenului (fig. V.11.a), în raport cu metoda curbelor de nivel (fig. V.11.b).



a. Tente hipsometrice

b. Curbe de nivel

Fig.V.11–Reprezentarea reliefului prin tente hipsometrice (a) și curbe de nivel (b)

V.5.4. Metoda planului cotate nivelitic

Pe planurile topografice *cotate nivelitic* sunt reprezentate toate punctele de detaliu, la scara numerică a acestora, care se completează cu scrierea valorilor numerice ale *cotelor absolute în metri*. Aceste planuri cotate nivelitic permite trasarea unor *linii caracteristice ale reliefului* și, respectiv, identificarea zonelor mai înalte și a celor mai joase ale terenului (fig. V.12).

Această metodă răspunde în mod parțial unor cerințe de proiectare a diferitelor lucrări de amenajare și/sau de sistematizare a teritoriului.

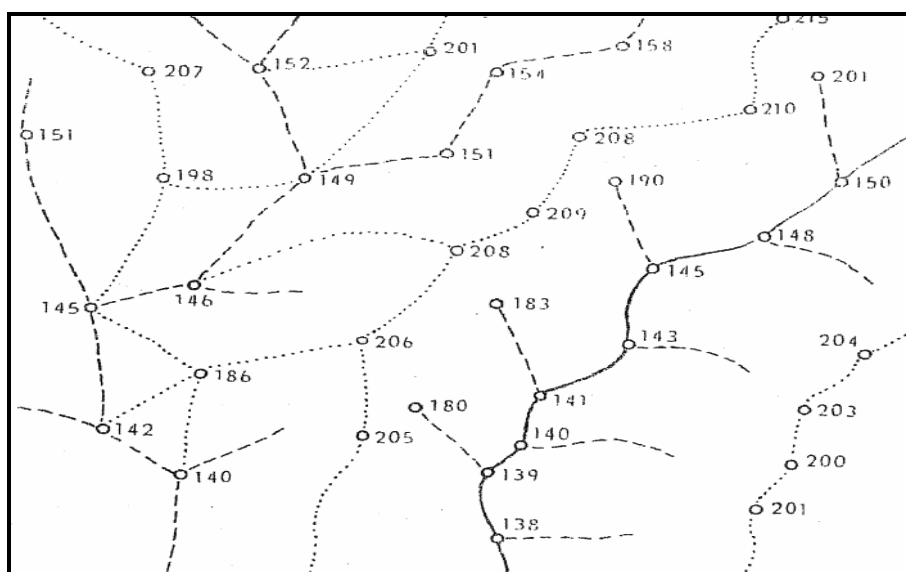


Fig. V.12 – Reprezentarea reliefului prin metoda planului cotate nivelitic

V.5.5. Principiul reprezentării reliefului prin metoda curbelor de nivel

Metoda curbelor de nivel este considerată ca fiind cea mai folosită, deoarece asigură reprezentarea riguroasă a formelor de relief pe hărți și planuri topografice și rezolvarea problemelor tehnice de proiectare a diferitelor amenajări.

Curba de nivel reprezintă proiecția orizontală a liniei corespunzătoare de pe teren, care unește toate punctele de aceeași cotă absolută.

Se consideră o **secțiune verticală** printr-o formă pozitivă a reliefului și terenului (movilă) și intersectarea acesteia cu *planele orizontale*, care se trasează la distanțe egale pe verticală, funcție de cotele absolute succesive ale acestor planuri.

Distanța măsurată pe verticală între două planuri orizontale care determină două curbe de nivel consecutive poartă denumirea de **echidistanță naturală** sau **numerică** (E_n), exprimată printr-un număr întreg și pozitiv, care se stabilește în funcție de gradul de înclinare al terenului și de scara numerică a planului.

În urma proiectării punctelor 1, 2, 3, ..., 14, din secțiunea verticală a suprafeței terenului (fig. V.13.a), într-un plan orizontal rezultă următoarea poziție acestora 1', 2', 3', ..., 14'. Prin punctele de aceeași cotă: 1' și 14'; 2' și 13'; ..., 7' și 8' se trasează curbele de nivel normale și principale (fig. V.13.b).

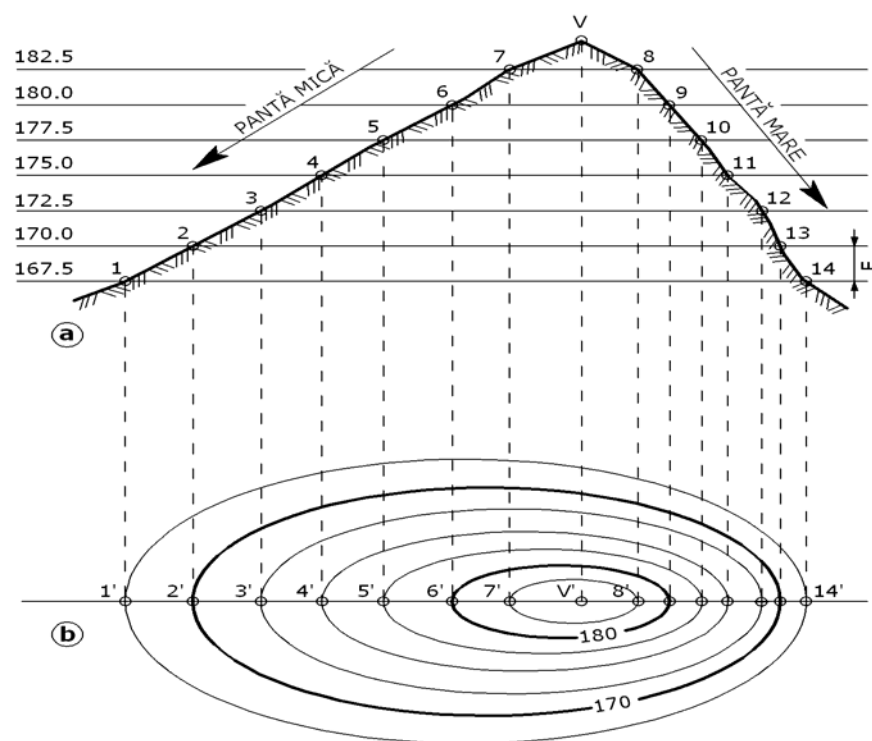


Fig. V.13 – Principiul reprezentării reliefului prin metoda curbelor de nivel

Valoarea numerică a curbilor de nivel se exprimă în metri printr-un *număr întreg* sau *zecimal rotund* : **167,5; 170,0; 172,5; ... ; 180,0; 182,5.**

În cazul *echidistanței naturale sau numerice* cu valoarea de **2,50 m**, se determină *echidistanța curbilor de nivel principale (E_p)*, cu următoarea relație generală de calcul: $E_p = n \cdot E_n = 4 \cdot 2,50 \text{ m} = \mathbf{10,00 \text{ m}}$. Pe planuri și hărți se înscriu numai valorile *curbilor de nivel principale: 170; 180; ...*; pe porțiunea respectivă a curbei de nivel, care se întrerupe în zona respectivă (fig. V.13.b).

V.5.6. Stabilirea echidistanței naturale sau numerice a curbilor de nivel

Reprezentarea formelor de relief prin *metoda curbilor de nivel*, se efectuează pentru gradul de înclinare a terenului cu valoarea *unghiului de pantă mai mică sau egală cu 45°* și pentru *intervalul minim de raportare grafică dintre două curbe de nivel consecutive de 0,2 mm*.

Exemplu: Pentru calculul echidistanței numerice a curbilor de nivel normale (E_n) în funcție de valoarea maximă a unghiului de pantă ($\alpha = 45^\circ$), de intervalul grafic dintre două curbe de nivel consecutive ($d = 0,2 \text{ mm}$), și de scara numerică a planurilor și hărților, se aplică următoarea expresie:

$$E_n = \frac{d \times N}{1000} \times \operatorname{tg} \alpha \quad \text{unde: } d = 0,2 \text{ mm; } N\text{--numitorul scării; } \operatorname{tg} 45^\circ = 1,00;$$

- **Scara 1 : 500** $\Rightarrow E_n = \frac{0,2\text{mm} \times 500}{1000} \times 1,000 = \mathbf{0,10 \text{ m}}$
- **Scara 1 : 1 000** $\Rightarrow E_n = \frac{0,2\text{mm} \times 1000}{1000} \times 1,000 = \mathbf{0,20 \text{ m}}$
- **Scara 1 : 2 000** $\Rightarrow E_n = \frac{0,2\text{mm} \times 2000}{1000} \times 1,000 = \mathbf{0,40 \text{ m}}$
- **Scara 1 : 5 000** $\Rightarrow E_n = \frac{0,2\text{mm} \times 5000}{1000} \times 1,000 = \mathbf{1,00 \text{ m}}$
- **Scara 1 : 10 000** $\Rightarrow E_n = \frac{0,2\text{mm} \times 10000}{1000} \times 1,000 = \mathbf{2,00 \text{ m}}$
- **Scara 1 : 25 000** $\Rightarrow E_n = \frac{0,2\text{mm} \times 25000}{1000} \times 1,000 = \mathbf{5,00 \text{ m}}$
- **Scara 1 : 50 000** $\Rightarrow E_n = \frac{0,2\text{mm} \times 50000}{1000} \times 1,000 = \mathbf{10,00 \text{ m}}$
- **Scara 1 : 100 000** $\Rightarrow E_n = \frac{0,2\text{mm} \times 100000}{1000} \times 1,000 = \mathbf{20,00 \text{ m}}$

V.5.7. Clasificarea și reprezentarea grafică a curbelor de nivel

În funcție de valoarea **echidistanței numerice**, se disting următoarele **patru tipuri de curbe de nivel**, ce se reprezintă grafic pe planuri și hărți topografice.

- **Curbe de nivel normale**, care se trasează printr-o **linie continuă subțire** cu **echidistanța numerică (E_n)** stabilită în funcție de scara planului sau a hărții și de categoria de pantă a terenului. În cazul unei echidistanței grafice care este mai mică de 0,2 mm se procedează la întreruperea acestora pe porțiunea respectivă.

- **Curbe de nivel principale**, ce se trasează la a patra sau a cincia curbă de nivel normală cu **linie continuă groasă** cu **echidistanța numerică (E_p)**, stabilită în funcție de valoarea **echidistanței naturale sau numerice (E_n)**, a curbelor de nivel normale, cu relația, $E_p = n \cdot E_n$, în care „ n ” este un număr întreg și pozitiv.

- **Curbe de nivel ajutătoare**, care se trasează cu **linie întreruptă subțire** la jumătatea distanței grafice dintre curbele de nivel normale, cu echidistanța numerică egală cu jumătatea echidistanței naturale sau numerice ($E_n/2$).

- **Curbe de nivel accidentale sau auxiliare**, care se trasează cu **linie punctată subțire**, la jumătatea distanței grafice dintre curbele de nivel ajutătoare, cu echidistanța egală cu un sfert din echidistanța naturală sau numerică ($E_n/4$).

Curbele de nivel ajutătoare și accidentale sunt folosite pentru redarea cât mai fidelă a reliefului terenului din zonele de luncă și de câmpie. Deoarece curbele de nivel sunt suprapuse pe reprezentarea grafică a planimetriei, se recomandă întreruperea acestora la limita clădirilor și a căilor de comunicație (fig. V.14).

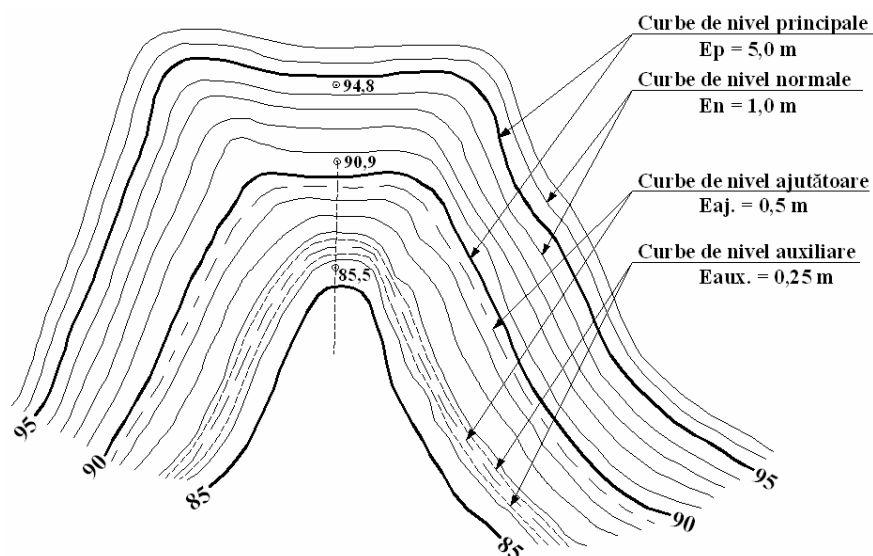


Fig. V.14 – Reprezentarea grafică a curbelor de nivel

• **Platou (1)**, formă de relief care reprezintă o suprafață de teren relativ plană, mărginită de văi adânci, situată la diferite altitudini.

• **Râpă (2)**, creată prin scurgerea torențială pe versanți, de forma unui șanț.

• **Versant (3)**, formă de relief cu înclinarea mai mare de 2^0 care realizează legătura între o culme sau interfluviu și talvegul sau lunca unei văi. Se reprezintă prin curbe de nivel deschise în funcție de mărimea pantei.

• **Piciorul pantei (4)**, element de bază al unui versant.

• **Gâtul șeii (5)**, formă de relief ce reprezintă zona joasă dintr-o șea.

• **Creasta (6)**, formă de relief îngustă, care se întâlnește în zona înaltă și mijlocie. Se reprezintă prin *curbe de nivel cu forme alungite*, cu convexitatea mai mult sau mai puțin rotundă și cu sensul de coborâre spre linia de despărțire a apelor. Curba de nivel din interiorul reprezentării grafice a acestei forme de relief are *cota absolută cea mai mare*.

• **Vale (7)**, formă negativă de relief, formată din doi versanți ce se unesc la partea lor inferioară după o linie denumită *talveg sau firul văii*. Se reprezintă prin *curbe de nivel de forme alungite*, dar cu convexitatea acestora – *în general mai ascuțită* – fiind dirijate în sensul de urcare al firului văii. Curba de nivel din interiorul reprezentării grafice a acestei forme de relief are *cota cea mai mică*.

• **Originea văii (8)**, este reprezentată de către zona de pornire a traseului văii, care se prezintă ca o depresiune prelungită, îngustă sau largită.

• **Depresiune (9)**, formă negativă de relief, cu altitudini mai joase decât regiunile limitrofe, fiind cunoscute în zonele montane, submontane și colinare. Se reprezintă pe planuri prin *curbe de nivel închise*, cu indicatori de pantă sau *bergstrijuri* orientate spre interiorul acestora. Curba de nivel din interiorul reprezentării grafice are *cota cea mai mică*.

• **Șaua (10)**, formă de relief care se prezintă ca o porțiune mai joasă în cadrul unei culmi muntoase sau deluroase. Se reprezintă prin *curbe de nivel închise*, care sunt evidențiate de prezența a două vârfuri și a gâtului șeii. Cele două curbe de nivel din interiorul reprezentării au *cota cea mai mare* iar gâtul șeii, are *cota cea mai mică*. Indicatorii de pantă sunt orientați numai spre exteriorul curbilor de nivel.

• **Schimbarea de pantă (11)**, definește modificarea gradului de înclinare.

• **Stâncă (12)**, bloc de roci tari mărginit parțial sau total de pereți abrupti.

• **Pisc (13)**, vârf ascuțit, înălțat pe o culme deluroasă sau creastă muntoasă.

• **Linie de creastă (14)**, care definește o culme deluroasă sau muntoasă.

• **Firul văii (15)**, unește cele mai joase puncte în lungul albiei minore.

• **Ravenă (16)**, formă de relief formată prin scurgerea torențială pe versanți, cu adâncimea de 2–30 m; lățimea de 8-50 m și lungimea de peste 1000 m.

• **Pintenul (17)**, formă de relief alcătuită dintr-un bot de deal și un mamelon, care se reprezintă prin *curbe de nivel deschise* și, respectiv, *închise*.

• **Vârf (18)**, partea cea mai înaltă a munților și a dealurilor.

• **Căldarea sau găvanul (19)**, este o depresiune închisă pe toate părțile, iar partea cea mai coborâtă se numește *fundul căldării*. Se reprezintă prin *curbe de nivel închise*, a căror valoare descrește de la exterior spre interior, iar indicatorii de pantă sunt orientați către interior.

• **Groapă (20)**, formă negativă de relief naturală sau artificială.

• **Pâlnia (21)**, formă negativă de relief asemănătoare cu găvanul.

• **Șes (22)**, suprafață de teren relativ plană, fără diferențe mari de nivel.

• **Gura văii (23)**, zona finală a traseului liniar sau sinuos a unei văi.

• **Colină (24)**, formă de relief, care se prezintă ca un deal scund, cu o culme ușor rotunjită, prelungă și înclinată în sensul de curgere a râurilor, care o încadrează, având versanții laterali puternic înclinați.

• **Movilă (25)** ridicătură de pământ naturală sau antropică, mai mică ca altitudine decât dealul, de formă conică, care se întâlnește în mod obișnuit în regiunile de câmpie sau de dealuri joase.

• **Alunecare de teren (26)** proces geomorfologic gravitațional, care constă în deplasarea prin rotație, translație sau mișcare compusă a maselor de roci pe o suprafață înclinată, în mod obișnuit umedă alcătuită din argile sau marne, fiind considerate roci cu permeabilitate redusă.

• **Mamelonul (27)** este o formă de relief pozitivă, bine individualizată, ale cărei pante se disting în toate direcțiile începând dintr-un vârf, care poate fi ascuțit (pisc) sau rotunjit. Punctul de cotă maximă se numește *vârful mamelonului*, iar partea înclinată, *versant*. Se reprezintă prin *curbe de nivel închise*, ale căror cote cresc de la exterior către interior, cu indicatorii de pantă orientați numai spre *exteriorul* acestora. Ultima curbă de nivel din interiorul reprezentării grafice a mamelonului are cota cea mai mare.

• **Bazinul hidrografic, de recepție sau colector** este o formă de relief complexă, formată din mai multe văi secundare care converg spre valea principală, fiind reprezentat prin suprafața de teren de pe care se colectează apele pluviale. Pe planul topografic se reprezintă formele de relief prin curbe de nivel și următoarele linii: cumpăna apelor, talvegul principal și talvegurile văilor afluate.

V.6. PANTA TERENULUI ȘI MODUL DE EXPRIMARE

Panta terenului este definită de tangenta trigonometrică a unghiului vertical de pantă, care este format de planul orizontal al locului cu linia terenului.

Calculul pantei terenului se efectuează în funcție de cotele absolute ale celor două capete ale unui aliniament, din care rezultă diferența de nivel dintre punctele considerate și, respectiv, distanța orizontală dintre ele (fig. V.16).

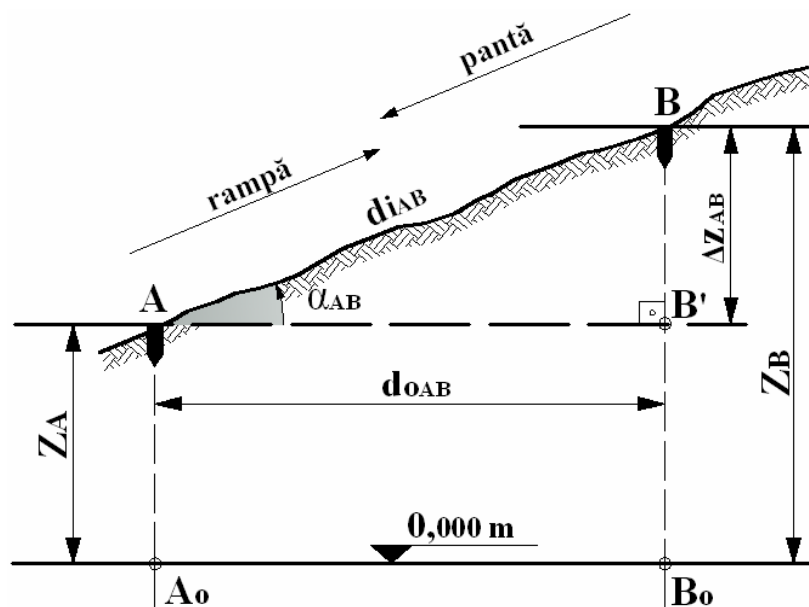


Fig. V.16 – Panta terenului și modul de exprimare

Din *triunghiul AB'B* se poate exprima panta liniei terenului sub forma:

$$p_{A-B} = i_{A-B} = \operatorname{tg} \alpha_{A-B} = \frac{\Delta Z_{A-B}}{d_{0A-B}} = \frac{Z_B - Z_A}{d_{0A-B}}$$

în care: ΔZ_{A-B} – diferența de nivel; d_{0A-B} – distanța orizontală;
 α_{A-B} – unghiul vertical de pantă dintre punctele A și B.

Semnul algebric al diferenței de nivel $\pm(\Delta Z_{A-B})$ dintre punctele de cote cunoscute ale unui aliniament semnifică următoarea încadrare a înclinării terenului:

$\Delta Z_{A-B} > 0$, înclinarea terenului este pozitivă sau ascendentă (*rampă*);

$\Delta Z_{A-B} < 0$, înclinarea terenului este negativă sau descendentă (*pantă*);

$\Delta Z_{A-B} = 0$, linia terenului este *relativ orizontală*.

Exemplu: Se cere calculul *pantei terenului* și modul de exprimare al acesteia în funcție de *diferența de nivel dintre capetele unui aliniament* ($\Delta Z_{A-B} = 20 \text{ m}$) și *distanța orizontală* ($d_{0A-B} = 500 \text{ m}$), dintre cele două puncte (fig. V.16.).

a. Panta terenului la unitate

Panta terenului la unitate exprimă *mărimea înclinării* sub forma: **la o distanță orizontală de 1 m, linia terenului urcă sau coboară cu 0,04 m**. Acest mod de exprimare este utilizat, în cazul unor amenajări și construcții hidrotehnice.

$$p_{A-B} = i_{A-B} = \operatorname{tg} \alpha_{A-B} = \frac{\Delta Z_{A-B}}{d_{0A-B}} = \frac{20}{500} = 0,04$$

b. Panta terenului în procente

Panta terenului exprimată în procente reprezintă creșterea sau descreșterea pe verticală a liniei terenului pe o **distanță orizontală de 100 m**. Acest mod de exprimare a pantei este folosit la proiectarea căilor de comunicație, a diferitelor construcții și amenajări de îmbunătățiri funciare. Totodată, se menționează și modul de grupare a terenului agricol pe categorii de pantă exprimate în procente.

$$p\% = i\% = 100 \operatorname{tg} \alpha = 100 \frac{\Delta Z_{A-B}}{d_{0A-B}} = 100 \frac{20}{500} = 4\%$$

c. Panta terenului în promile

Panta terenului exprimată la mia de unități este redată prin creșterea sau descreșterea pe verticală a liniei terenului pe o **distanță orizontală de 1 000 m**.

Panta terenului în promile sau la mia de unități (la mia de metri) este folosită în cazul exprimării pantei longitudinale ($p = 3\text{‰}$) a canalelor de irigație și/sau a celor de desecare. Deci, la o distanță orizontală de 1 000 m, linia terenului urcă sau coboară cu o diferență de nivel 3 m.

d. Panta terenului sub forma unghiului vertical de pantă

Din punct de vedere principal, *panta* se poate exprima în grade sexagesimale sau centezimale, prin valoarea *unghiului vertical de pantă* (α_{A-B}).

$$\alpha_{A-B} = \operatorname{arctg} \left| \frac{\Delta Z_{A-B}}{d_{0A-B}} \right| = \operatorname{arctg} \left| \frac{20}{500} \right| = \operatorname{arctg} |0,04|$$

$$\alpha_{A-B}^0 = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,04 = 2^\circ 29' 06'' \text{ și/sau } \alpha_{A-B}^g = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,04 = 2^g.54^c.51^{cc}.$$

e. Panta terenului ca fracție ordinară

Pentru exprimarea înclinării *taluzurilor artificiale* ale diferitelor construcții hidrotehnice și ingineresti se folosește distanța orizontală (D) și diferența de nivel (ΔZ) dată de distanța pe verticală și următoarea relație de calcul:

$$p = i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha} = \frac{1}{\frac{D}{\Delta Z}} = \frac{1}{m}$$

- **panta de 1 : 1**, pentru $D = 2 \text{ m}$ și $\Delta Z = 2 \text{ m}$;

- **panta de 1 : 1,5**, pentru $D = 3 \text{ m}$ și $\Delta Z = 2 \text{ m}$;

- **panta de 1 : 2**, pentru $D = 4 \text{ m}$ și $\Delta Z = 2 \text{ m}$.

V.7. CALCULUL PANTEI TERENULUI PE HĂRȚI ȘI PLANURI CU AJUTORUL CURBELOR DE NIVEL

Pe hărțile și planurile topografice pe care relieful terenului este reprezentat prin metoda curbelor de nivel, se poate determina panta unei direcții fie în sens longitudinal sau în sens transversal față de forma de relief a terenului. În acest caz se consideră cotele curbelor de nivel care trec prin punctele date sau a celor două curbe de nivel consecutive, ce delimitează aceste puncte.

Dacă *punctele de capăt ale aliniamentului dat* sunt situate pe două curbe de nivel învecinate, atunci **diferența de nivel (ΔZ)** este **echidistanța naturală (E)**, iar în cazul situării acestor puncte pe două curbe de nivel îndepărtate, diferența de nivel este un multiplu al echidistanței naturale ($n \times E$). Dacă cele două puncte ale unui aliniament sunt situate între două curbe de nivel, atunci cotele acestora se vor determina prin metoda interpolării grafice. Se măsoară **distanța grafică** dintre cele două puncte, care se transformă în *metri* în funcție de scara numerică a planului.

Exemplu: Se consideră poziția planimetrică a celor două *puncte de capăt ale unui aliniament A-B*, de pe un plan topografic cu curbe de nivel, la scara 1:5000, pe care s-au determinat cotele absolute: $Z_A = 151,00 \text{ m}$; $Z_B = 180,00 \text{ m}$ și, respectiv, *distanța orizontală*, $d_{0A-B} = 424,405 \text{ m}$ dintre cele două puncte. Se cere calculul *pantei terenului* și modul de exprimare al acestuia în funcție de *diferența de nivel* și *distanța orizontală*, dintre cele două puncte. (fig. V.17).

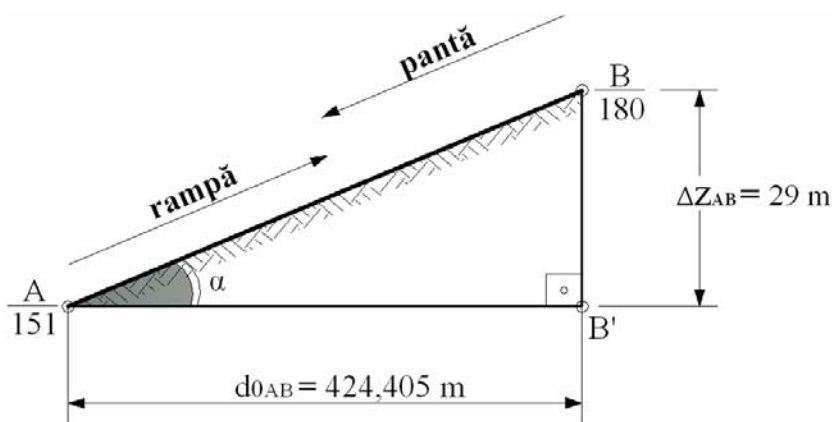


Fig. V.17 – Calculul pantei terenului pe planuri topografice cu curbe de nivel

În funcție de relația generală de calcul a *pantei (p) a liniei terenului* sub forma tangentei trigonometrice a unghiului vertical de pantă ($\text{tg } \alpha$) se exprimă panta aliniamentului (AB), sub următoarele valori numerice.

• **Panta în procente (%) sau la suta de unități (100 m)**

$$p_{A-B} = i_{A-B} = \operatorname{tg} \alpha_{A-B} = \frac{\Delta Z_{A-B}}{d_{0A-B}} = \frac{Z_B - Z_A}{d_{0A-B}} = \frac{(180,00 - 151,00)}{424,405} = 0,068330957$$

$$p\%_{A-B} = 100 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{A-B} = 100 \cdot 0,068330957 = \mathbf{6,8 \%};$$

Linia terenului crește (rampă) sau coboară (pantă) cu o diferență de nivel de **6,8 m**, pe o distanță orizontală de **100 m**.

• **Panta în promile (‰) sau la mia de unități (1000 m)**

$$p\text{‰}_{A-B} = 1000 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{A-B} = 1000 \cdot 0,068330957 = \mathbf{68,3 \text{‰}}$$

Linia terenului crește (rampă) sau coboară (pantă) cu o diferență de nivel de **68,3 m**, pe o distanță orizontală de **1000 m**.

• **Panta terenului sub forma unghiului vertical de pantă**

- **grade sexagezimale:** $\alpha_{A-B}^0 = \arctg \alpha_{A-B}^0 = \arctg |0,068330957| = \mathbf{3^\circ 54' 39''}$

- **grade centezimale:** $\alpha_{A-B}^g = \arctg \alpha_{A-B}^g = \arctg |0,068330957| = \mathbf{4^g 34^c 33^{cc}}$

În lucrările de organizarea teritoriului, combaterea eroziunii solului, terasări și de amenajare pentru irigații, se determină **panta terenului** atât pentru diferite trasee necesare lucrărilor de proiectare, cât și ca **pantă medie a versantului**, în vederea modelării și/sau al amenajării unei suprafețe agricole.

Reprezentarea grafică a principalelor forme ale reliefului terenului prin metoda curbelor de nivel, de pe suprafața de recepție a unui bazin hidrografic permite interpretarea diferitelor categorii de pantă.

În funcție de efectul înclinării terenului asupra eroziunii solului se disting următoarele categorii: pante line (sub 3^0); pante slab înclinate (3^0 - 6^0); pante moderat înclinate (6^0 - 15^0); pante puternic înclinate (15^0 - 25^0); pante foarte puternic înclinate (25^0 - 45^0); pante cu înclinări de peste 45^0 .

• **Teste de autoevaluare U.I. V**

1. Ce este nivelmentul?
2. Enumerați noțiunile de bază ale nivelmentului.
3. Care sunt tipurile principale de nivelment?
4. Care sunt rețelele geodezice de nivelment clasic ale României?
5. Principiul de măsurare a diferenței de nivel în nivelmentului geometric.
6. Care sunt criteriile de clasificare ale nivelmentului geometric?
7. Descrieți principalele părți componente ale nivelei clasice.
8. Enumerați tipurile de mire utilizate în nivelmentul geometric.

9. Care sunt operațiile de teren ale nivelmentului geometric de mijloc simplu?
10. Care sunt operațiile de calcul ale nivelmentului geometric de mijloc simplu?
11. Care sunt operațiile de teren ale nivelmentului geometric de capăt simplu?
12. Care sunt operațiile de calcul ale nivelmentului geometric de capăt simplu?
13. Enumerați metodele de reprezentare ale reliefului pe hărți și planuri.
14. Definiți principiul reprezentării reliefului prin metoda curbilor de nivel.
15. Ce reprezintă echidistanța naturală sau numerică a curbilor de nivel?
16. Clasificarea și reprezentarea grafică a curbilor de nivel.
17. Definiți principalele forme ale reliefului terenului.
18. Ce este panta terenului?
19. Enumerați modul de exprimare al pantei terenului.
20. Determinarea pantei terenului pe planuri topografice cu curbe de nivel.
21. Ce reprezintă panta terenului în procente sau în promile?

● Lucrare de verificare U.I. V

Trasarea curbilor de nivel prin metoda clasică a interpolării grafice, în cazul planului de situație la scări mari și determinarea pantei terenului pe anumite direcții ale terenului, în funcție de inventarul de coordonate rectangulare plane și de cotele punctelor unei ridicări topografice.

● Rezumatul U.I. V

Nivelmentul sau altimetria constituie un capitol al măsurătorilor terestre al cărui scop îl constituie cunoașterea instrumentelor și a metodelor de măsurare folosite în prezent pentru determinarea diferențelor de nivel dintre punctele caracteristice ale terenului. Prin folosirea diferitelor metode și procedee de măsurare a diferențelor de nivel, se determină, mai întâi, poziția pe verticală a diferitelor puncte caracteristice ale suprafeței topografice prin mărimea cotelor absolute, față de un plan de referință, pe baza cărora se reprezintă relieful terenului, prin metoda curbilor de nivel. În cazul *teritoriului României*, cotele absolute sunt determinate în sistemul de referință **Marea Neagră-1975**.

● Bibliografie U.I. V

- Andrei C.O.**, *Tehnica Satelitară. Poziționare Punctuală Precisă*, Editura Tehnopress, Iași, 2010
- Baican V.**, *Dicționar de Cartografie – Topografie*, Ed. Tehnopress, Iași, 2004
- Boș N.**, *Topografie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1993

- Coșarcă C.**, *Topografie inginerească*, Editura Matrix Rom, București, 2003
- Leu I.N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciolac Valeria, Ciotlăuș Ana**, *Topografie generală și aplicată - Cadastru*, Editura Universul, București, 2003
- Moca V.**, *Topografie și desen tehnic - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură și Facultatea de Horticultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași, 2001
- Moca V.**, *Topografie și desen tehnic - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași, (CD), 2002
- Moldoveanu C.**, *Geodezie*, Editura Matrix Rom, București, 2002
- Neuner J.**, *Sisteme de poziționare globală*, Editura MatrixRom, București, 2000
- Onose D.**, *Topografie*. Editura Matrix Rom, București, 2004
- Palamariu M.**, *Cartografie și Geodezie – aplicații*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2004
- Russu A.**, *Topografie cu elemente de geodezie și fotogrammetrie*, Editura „Ceres”, București, 1975
- Russu A., Boș N., Kiss A.**, *Topografie-geodezie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982
- Todiraș A. D.**, *Dicționar de geografie*, Editura „A. D. Todiraș”, Iași, 1999
- Vorovencii I.**, *Topografie*, Editura Universității Transilvania din Brașov, 2006
- x x x** Manualul inginerului geodez, (vol. I, II și III), Editura Tehnică, București, 1972-1974
- x x x** *Colecție de Standarde*, Institutul Român de Standardizare, (Vol. I.), Măsurători Terestre, Editura Tehnică, București, 1997
- x x x** *Măsurători terestre – fundamente, (vol. I, II, III)*, Editura MatrixRom, București, 2002
- x x x** *Lucrări geodezice, topografice, fotogrammetrice și cadastrale*, Editura MatrixRom, București, 2007
- x x x** *ROMPOS – Sistemul Românesc de Determinare a Poziției*, ANCPI, București, 2008
- x x x** [http:// www.ancpi.ro](http://www.ancpi.ro)

U.I. VI

TAHIMETRIA

● Cuprins U.I. VI

- VI.1. Noțiuni generale de tahimetrie
- VI.2. Tahimetre clasice și metode de măsurare
 - VI.2.1. Tipuri constructive de tahimetre clasice
 - VI.2.2. Măsurarea indirectă a distanțelor cu tahimetre clasice
 - VI.2.3. Principiul de bază al ridicărilor tahimetrice clasice
- VI.3. Tahimetre autoreductoare și metode de măsurare
 - VI.3.1. Tipuri constructive de tahimetre autoreductoare
 - VI.3.2. Părțile componente ale unui tahimetru autoreductor cu diagramă
 - VI.3.3. Diagrama unui tahimetru autoreductor
 - VI.3.4. Anexele unui tahimetru autoreductor cu diagramă
 - VI.3.5. Executarea măsurătorilor cu tahimetre autoreductoare
- VI.4. Tahimetre electronice și metode de măsurare
 - VI.4.1. Considerații și principii generale
 - VI.4.2. Structura și părțile componente ale unei stații totale
 - VI.4.3. Axele principale și mișcările generale ale stației totale
 - VI.4.4. Tastatura și butoanele de utilizare ale stației totale
 - VI.4.5. Pregătirea stației totale pentru executarea măsurătorilor
 - VI.4.6. Instalarea trepiedului stației totale în punctul topografic
 - VI.4.7. Centrarea cu laser și orizontalizarea aproximativă
 - VI.4.8. Orizontalizarea precisă a stației totale cu nivela electronică
 - VI.4.9. Efectuarea măsurătorilor și înregistrarea datelor
 - VI.4.10. Programe de măsurare utilizate de stațiile totale
- VI.5. Întocmirea planului topografic digital
 - VI.5.1. Conceptul de realizare al planului digital
 - VI.5.2. Raportarea planimetriei și trasarea curbilor de nivel
 - VI.5.3. Conținutul și acuratețea planului topografic digital

• Obiective U.I. VI

- Însușirea principiilor generale ale ridicărilor tahimetrice;
- Cunoașterea instrumentelor și aparatelor tahimetrice;
- Prezentarea metodelor de măsurare ale ridicărilor tahimetrice;
- Sesizarea avantajelor oferite de stațiile totale de măsurare;
- Însușirea noțiunilor necesare asupra cunoașterii tahimetrelor electronice;
- Prezentarea principiilor de folosire și măsurare ale tahimetrelor electronice;
- Însușirea metodelor de întocmire ale planurilor topografice digitale.

VI.1. NOȚIUNI GENERALE DE TAHIMETRIE

Tahimetria este partea topografiei care se ocupă cu studiul aparatelor și metodelor de determinare simultană a poziției planimetrice și nivelitice a punctelor caracteristice ale suprafeței topografice, *prin coordonatele x, y, z* .

Denumirea de „*tahimetrie*” derivă de la următoarele două cuvintele din limba greacă: „*tachys*” – *repede* și „*metron*” – *măsurare*, care din punct de vedere practic înseamnă măsurarea rapidă a unei suprafețe de teren.

Ridicările tahimetrice sunt rapide, deoarece măsurarea distanțelor se face numai prin metode indirecte pe cale *optică*, în cazul tahimetrelor clasice și pe cale *electro-optică sau electromagnetică*, în cazul tahimetrelor electronice. Totodată, se măsoară *unghiurile orizontale și verticale și, respectiv, diferențele de nivel*.

Din punct de vedere practic se asigură determinarea *poziției unui punct nou*, în raport cu *punctul vechi*, în plan orizontal și pe verticală, printr-o singură viză transmisă de la punctul de stație la un punct oarecare de pe teren. Ridicările tahimetrice se aplică cu rezultate foarte bune atât în localități, cât și în zonele cu relief accidentat din cadrul bazinelor hidrografice.

În procesul de măsurare tahimetrică, care asigură ridicarea concomitentă a poziției planimetrice și altimetrice a unui punct nou dintr-un singur punct de stație au fost utilizate următoarele trei categorii distincte de instrumente.

➤ *Tahimetre clasice cu lunetă stadimetrică și mire centimetrice*, care asigură măsurarea distanțelor pe cale optică și a unghiurilor.

➤ *Tahimetre autoreductoare cu mire tahimetrice speciale*, care asigură măsurarea distanțelor reduse la orizont, a diferențelor de nivel și a unghiurilor.

➤ *Tahimetre electronice*, cunoscute și sub denumirea de *stații totale*, care pe baza programelor integrate asigură atât funcția de măsurare a unghiurilor și a lungimilor, cât și efectuarea de calcule pe teren și de stocare automată a datelor.

VI.2. TAHIMETRE CLASICE ȘI METODE DE MĂSURARE

În funcție de evoluția dispozitivelor care asigură măsurarea distanțelor pe cale optică au fost utilizate în decursul timpului, o serie de *tahimetre clasice* prevăzute cu *lunetă stadimetrică*, fiind denumite și tahimetre optico-mecanice.

VI.2.1. Tipuri constructive de tahimetre clasice

Primele tipuri de tahimetre optico-mecanice folosite în ridicările tahimetrice clasice care au permis măsurarea distanțelor pe cale optică, au asigurat o precizie de **10-30 cm/100 m** în domeniul cuprins între limitele de la 100 m și până la 300 m.

În categoria tahimetrelor clasice sunt incluse următoarele tipuri constructive, care s-au folosit pe diferite perioade de timp: *Zeiss - Jena 030*; *Zeiss - Jena 020*; *Zeiss - Jena 020A*; *Zeiss - Jena 120*; *Zeiss - Jena 080*; *Zeiss - Jena 080A*; *Wild T1A*; *T16*; *MOM TE-D2*; *Meopta*; *Salmoiraghi* și altele.

În procesul de măsurare a distanțelor pe cale optică cu tahimetre clasice cu lunetă stadimetrică au fost folosite mire verticale și mire orizontale. Din această grupă a tahimetrelor optico-mecanice se evidențiază în primul rând, ca durată de folosire, *tahimetrul clasic Zeiss - Jena 020*, care în echipamentul de măsurare a utilizat mire verticale, fiind încadrat în categoria instrumentelor de precizie medie.

Planul firelor reticulare din câmpul lunetei stadimetrice a *tahimetrului clasic Zeiss - Jena 020* cuprinde pe lângă cele două fire reticulare de bază (1 și 2) și câte două fire stadimetrice orizontale (3) și două fire stadimetrice verticale (4), (fig. VI.1).

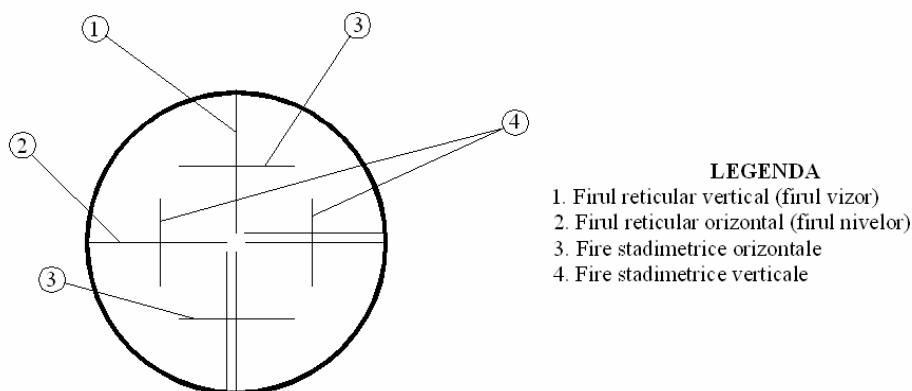


Fig. VI.1. Planul firelor reticulare din câmpul lunetei stadimetrice a tahimetrului clasic **Zeiss - Jena 020**

În prezent, tahimetrele clasice au fost înlocuite cu stațiile totale de măsurare, care asigură o precizie și un randament superior al ridicărilor cadastrale.

VI.2.2. Măsurarea indirectă a distanțelor cu tahimetre clasice

În funcție de gradul de înclinare al terenului se măsoară pe cale optică atât *distanțe orizontale* (d_0) în cazul suprafețelor relativ plane, cât și *distanțe înclinate* (d_i), în condițiile măsurătorilor efectuate în zonele cu relief accidentat.

a. Măsurarea indirectă a distanțelor pe terenuri plane

Se consideră linia dată de *alinamentul A-B*, în condițiile unui teren relativ plan și se cere să se măsoare *distanța între punctele A și B*, cu ajutorul tahimetrului clasic cu lunetă stadimetrică și mira verticală (fig.VI.2).

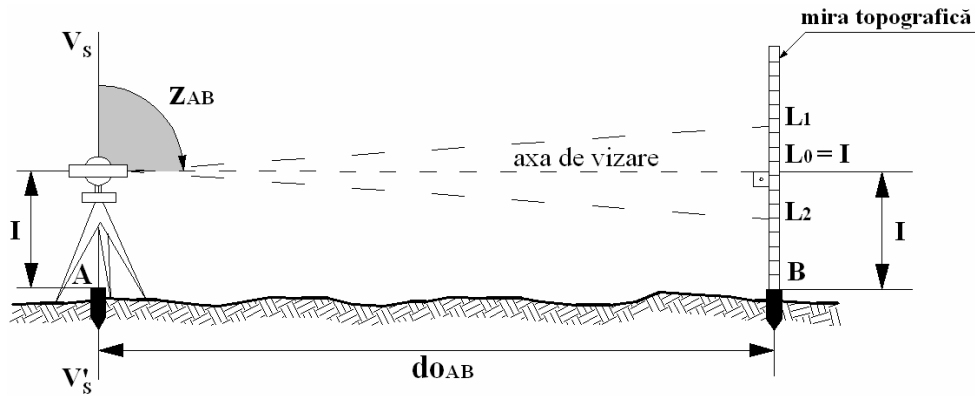


Fig. VI.2 – Măsurarea pe cale optică a unei distanțe cu tahimetru clasic și mira verticală, în cazul terenurilor plane

➤ *Lucrările din faza de teren:*

- Se materializează pe teren poziția *punctelor A și B*, cu ajutorul țăruișilor;
- Se instalează tahimetrul în poziție corectă, în *punctul de stație A*;
- Se măsoară înălțimea aparatului din punctul de stație ($I = 1,50 \text{ m}$);
- Se ține o miră topografică, în poziție verticală, în *punctul B*;
- Se vizează pe *mira B* cu firul reticular orizontal la înălțimea aparatului;
- Se efectuează citirile pe mira din *punctul B*, la firul reticular orizontal ($L_0 = 1500 \text{ mm}$) și la firele stadimetrice: $L_1 = 1203 \text{ mm}$ și $L_2 = 1797 \text{ mm}$;
- Se citește în *poziția I-a a lunetei* (eclimetrul în stânga), valoarea unghiului vertical zenital (Z_{AB}), care în cazul terenului relativ plan și al utilizării unui tahimetru clasic de tipul Zeiss Theo 020 înregistrează valoarea unui *unghi drept*;
- Se verifică citirile efectuate la cele trei fire ale lunetei stadimetrice prin condiția dată de relația de mai jos, în limitele unei abateri de $\pm (1-2 \text{ mm})$:

$$L_0 = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{1203\text{mm} + 1797\text{mm}}{2} = \frac{3000\text{mm}}{2} = 1500 \text{ mm}.$$

➤ **Lucrările din faza de calcul:**

În cazul unui **teren orizontal** se observă că axa de vizare a instrumentului este perpendiculară pe mira topografică verticală din punctul vizat.

• Distanța orizontală (do_{AB}) dintre punctele **A** și **B**, se obține cu ajutorul relației de următoarea formă:

$$do_{AB} = K \cdot H_{AB} = K \cdot (L_2 - L_1), \text{ în care:}$$

$K = 100$, *constanta stadimetrică* a tahimetrului clasic;

$H_{AB} = (L_2 - L_1)$ – *numărul generator*, care reprezintă spațiul cuprins pe mira topografică, între proiecțiile L_2 și L_1 ale firelor stadimetrice gravate pe planul reticul, ce se exprimă în *mm*;

• Se calculează distanța măsurată pe teren între punctele **A** și **B**:

$$d_{0AB} = 100 \cdot (1797 - 1203) = 100 \cdot 594 \text{ mm} = \mathbf{59,400 \text{ m}}$$

• Precizia de măsurare a distanțelor cu tahimetrele clasice este cuprinsă între limitele de la $\pm 10 \text{ cm}$ și până la $\pm 20 \text{ cm}$, pentru o distanță de **100 m**.

b. Măsurarea indirectă a distanțelor înclinate cu tahimetre clasice

Se consideră linia dată de **aliniamentul A-B**, în condițiile unui teren în pantă și se cere să se măsoare *distanța între punctele A și B*, cu ajutorul tahimetrului clasic cu lunetă stadimetrică și mira verticală (fig. VI.3.).

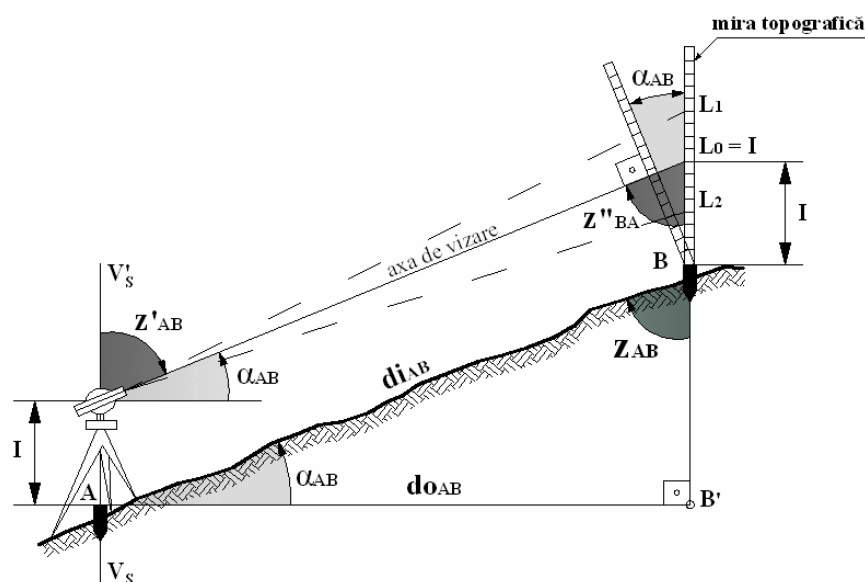


Fig. VI.3 – Măsurarea pe cale optică a unei distanțe cu tahimetru clasic și mira verticală, în cazul terenurilor în pantă

În condițiile terenurilor în pantă, luneta tahimetrului se înclină în sens pozitiv (rampă) sau în sens negativ (pantă), în funcție de valoarea unghiului vertical de pantă (α) sau a unghiului vertical zenital (Z). Axa de vizare a lunetei nu mai este perpendiculară pe mira ținută în poziție verticală, în punctul vizat.

Numărul generator (H_{AB}), citit pe mira verticală este mai mare decât numărul generator (H'_{AB}), obținut atunci când axa de vizare este perpendiculară pe miră.

➤ **Lucrările din faza de teren:**

- Se materializează pe teren poziția **punctelor A și B**, cu ajutorul țărșurilor;
- Se instalează tahimetrul în poziție corectă, în **punctul de stație A**;
- Se măsoară înălțimea aparatului din punctul de stație ($I = 1,50 \text{ m}$);
- Se ține o miră topografică, în poziție verticală, în **punctul B**;
- Se vizează pe **mira B** cu firul reticular orizontal la înălțimea aparatului;
- Se efectuează citirile pe mira din **punctul B**, la firul reticular orizontal ($L_0 = 1500 \text{ mm}$) și la firele stadimetrice: $L_1 = 1375 \text{ mm}$ și $L_2 = 1625 \text{ mm}$;
- Se citește pe cercul vertical al tahimetrului clasic (*Zeiss Theo 020*) în **poziția I-a a lunetei** (eclimetrul în stânga), valoarea unghiul vertical zenital, în momentul când firul reticular orizontal (L_0) este adus de către operator la înălțimea aparatului din punctul de stație (I), obținându-se $Z_{AB} = 91^\circ 82' 00''$.
- Se verifică citirile efectuate pe teren la cele trei fire ale lunetei stadimetrice prin condiția dată de relația de mai jos, în limitele unei abateri de $\pm (1-2 \text{ mm})$:

$$L_0 = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{1375\text{mm} + 1625\text{mm}}{2} = \frac{3000\text{mm}}{2} = 1500 \text{ mm}.$$

➤ **Lucrările din faza de calcul:**

- Se determină, mai întâi, **distanța înclinată (di_{AB})**, cu expresia:

$$di_{AB} = K \cdot H_{AB} \cdot \sin Z_{AB} = K \cdot (L_2 - L_1) \cdot \sin Z_{AB} = 100 \cdot (1625 - 1375) \cdot \sin Z_{AB}$$

$$di_{AB} = 100 \cdot 250 \text{ mm} \cdot \sin Z_{AB} = 25,000 \text{ m} \cdot \sin Z_{AB}$$

- Se calculează **distanța orizontală (d_{0AB})**, cu relația de mai jos:

$$d_{0AB} = di_{AB} \cdot \sin Z_{AB} = K \cdot H_{AB} \cdot \sin Z_{AB} \cdot \sin Z_{AB} = K \cdot (L_2 - L_1) \cdot \sin^2 Z_{AB}$$

$$d_{0AB} = 25,0 \text{ m} \cdot \sin^2 91^\circ 82' 00'' = 24,590 \text{ m}$$

Eroarea de măsurare este cuprinsă între $\pm 20 \text{ cm}$ și $\pm 25 \text{ cm}$ pentru o lungime de până la **100 m**, pe terenurile relativ plane și ceva mai mare pe terenurile înclinate, unde mărimea vizei este limitată între **100 - 200 m**. Precizia de măsurare a distanțelor pe cale optică cu tahimetre clasice este determinată de erorile de citire ale numărului generator (H) și, respectiv, de neverticalitatea mirei topografice.

VI.2.3. Principiul de bază al ridicărilor tahimetrice clasice

Se consideră *secțiunea verticală (A-B)* cu originea în *punctul A* (X_A, Y_A, Z_A) a *sistemului triaxial de coordonate*. Se cere să se determine coordonatele spațiale ale *punctului nou B* (X_B, Y_B, Z_B), în funcție de coordonatele *punctului vechi A* și de elementele unghiulare și liniare măsurate pe teren din punctul de stație, către punctul vizat cu ajutorul tahimetrului clasic (fig.VI.4).

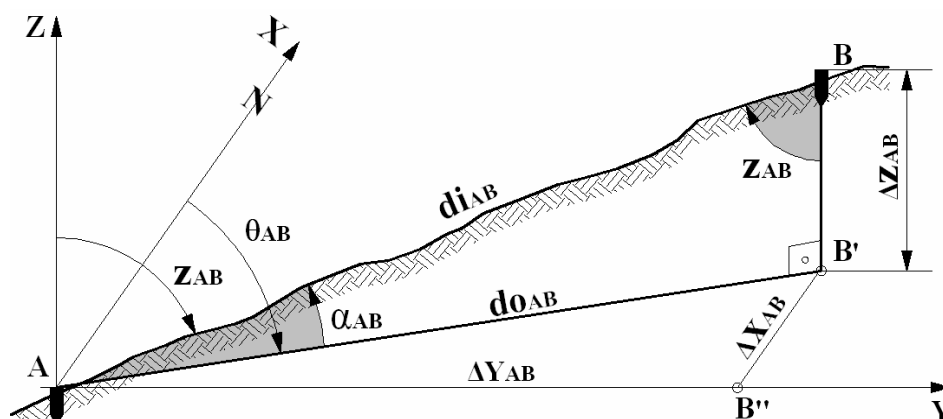


Fig.VI.4 – Principiul de bază al ridicărilor tahimetrice clasice

➤ În *faza lucrărilor de teren* se instalează aparatul în punctul de stație *A*, unde se măsoară înălțimea de la bornă la axul secundar și se vizează cu firul nivelor mira din punctul *B* la înălțimea aparatului, după care se măsoară în funcție de tipul instrumentului folosit următoarele elemente:

- Unghiul vertical zenital (Z_{AB}) sau unghiul vertical de pantă (α_{AB});
- Distanța înclinată dintre punctele date: $di_{AB} = KH_{AB} \cdot \sin Z_{AB}$;
- Orientarea topografică a direcției aliniamentului considerat (θ_{AB}).

➤ În *faza lucrărilor de calcul* se determină coordonatele spațiale ale *punctului nou B* (X_B, Y_B, Z_B), pe baza efectuării următoarelor operații:

- Distanța înclinată di_{AB} măsurată pe cale optică cu tahimetrul clasic se reduce la orizont, în funcție de unghiul vertical zenital cu relația:

$$do_{AB} = di_{AB} \cdot \sin Z_{AB} = KH_{AB} \cdot \sin Z_{AB} \cdot \sin Z_{AB} = KH_{AB} \cdot \sin^2 Z_{AB}$$

- Se calculează coordonatele rectangulare relative plane ale punctului nou în funcție de distanța redusă la orizont și de orientarea direcției AB:

$$\Delta X_{AB} = do_{AB} \cdot \cos \theta_{AB} = KH_{AB} \cdot \sin^2 Z_{AB} \cdot \cos \theta_{AB}$$

$$\Delta Y_{AB} = do_{AB} \cdot \sin \theta_{AB} = KH_{AB} \cdot \sin^2 Z_{AB} \cdot \sin \theta_{AB}$$

- Se calculează diferența de nivel dintre cele două puncte date cu relația:

$$\Delta Z_{AB} = d_{o_{AB}} \cdot \operatorname{ctg} Z_{AB} = KH_{AB} \cdot \sin^2 Z_{AB} \cdot \frac{\cos Z_{AB}}{\sin Z_{AB}} = KH_{AB} \cdot \sin Z_{AB} \cdot \cos Z_{AB}$$

Se poate exprima diferența de nivel sub o altă formă, prin **înmulțirea** și **împărțirea** cu 2 a membrului al doilea al relației de mai sus și se obține:

$$\Delta Z_{AB} = \frac{1}{2} KH_{AB} \cdot 2 \sin Z_{AB} \cdot \cos Z_{AB} = \frac{1}{2} KH_{AB} \cdot \sin 2Z_{AB}$$

- Se calculează coordonatele spațiale ale **punctului nou B**, în funcție de coordonatele absolute ale **punctului vechi A** și de coordonatele relative cu ajutorul relațiilor cunoscute sub următoarea formă:

$$X_B = X_A + \Delta X_{AB}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB}$$

$$Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB}$$

Ridicările tahimetrice clasice au fost sprijinite pe punctele vechi de coordonate cunoscute ale rețelelor geodezice de planimetrie. Operațiile de teren au fost executate prin aceleași metode menționate anterior în cazul ridicărilor planimetrice: metoda drumuirii, metoda radierii și metode combinate.

VI.3. TAHIMETRE AUTOREDUCTOARE ȘI METODE DE MĂSURARE

Tahimetrele autoreductoare au fost concepute în decursul timpului pe baza diferitelor principii constructive de măsurare pe teren a distanțelor direct reduse la orizont și, respectiv, a diferențelor de nivel dintre două puncte.

VI.3.1. Tipuri constructive de tahimetre autoreductoare

În funcție de principiul de măsurare a distanțelor cu ajutorul tahimetrelor autoreductoare, se disting o serie de tipuri constructive, prezentate mai jos:

a. Tipul Sanguet, cu precizia de măsurare pe cale optică a distanțelor orizontale de 1/1000 din distanța măsurată;

b. Tipul Tari, cu precizia de măsurare pe cale optică a distanțelor orizontale de 1/3000 din distanța măsurată;

c. Autoreductoare cu diagrama de TIPUL I (*curbe diagrame trasate simetric față de axa de vizare a lunetei*): **Kern DKR, Hammer-Fennel**;

d. Autoreductoare cu diagrama de TIPUL II (*curbe diagrame trasate față de o curbă de origine, cu ajutorul căreia se vizează pe miră la înălțimea instrumentului*): **Dahlta 020, Dahlta 010A, Dahlta 010B, Wild RDS**;

e. **Autoreductoare cu dublă imagine (cu refracție)**, cu ajutorul cărora se măsoară distanțe orizontale cu *precizia de $\pm 1 - 2 \text{ cm} / 100 \text{ m}$* și diferențe de nivel cu *precizia $\pm 4 \text{ cm} / 100 \text{ m}$* : **Zeiss-Redta 002, Kern DK-RT, Wild RDH;**

f. **Tahimetre telemetrice - cu baza fixă**, având baza $B = 10,0 \text{ m}$ pentru marină și baza $B = 0,8 \text{ m}$ pentru ridicări la scări mici, care asigură o *precizie de $2,5 \text{ m} / 500 \text{ m}$* (**telemetre stereoscopice**);

g. **Tahimetre telemetrice - cu baza variabilă și unghi paralactic constant**, cu ajutorul cărora se măsoară distanțe cu o *precizie de $\pm 6 \text{ cm} / 100 \text{ m}$* , fără ajutorul semnalelor până la mărimea distanțelor de 60 m și cu ajutorul semnalelor pentru lungimi de până la 180 m : **Zeiss BRT-006.**

VI.3.2. Părțile componente ale tahimetrului autoreductor cu diagramă

Tahimetrul autoreductor cu diagramă de tipul **Zeiss – Dahlta 020** este considerat ca fiind un instrument universal care împreună cu **mira verticală tahimetrică de 4 m lungime** a fost folosit pentru executarea diferitelor ridicări topografice și pentru aplicarea pe teren a unor proiecte tehnice.

Tahimetrul autoreductor cu diagramă de tipul **Zeiss – Dahlta 020** cuprinde aceleași componente de bază prezentate anterior în cazul tahimetrului clasic cu lunetă stadimetrică, fiind menționate: **ambaza sau construcția inferioară (1); limbul sau cercul orizontal (2); alidada cercului orizontal (3); furcile de susținere ale lunetei (4); eclimetrul sau cercul vertical (5); alidada cercului vertical (6); luneta cu planul reticular și diagrama (7).**

Aparatul dispune de o **mișcare în plan orizontal**, cu două componente (*mișcarea generală și mișcarea înregistratoare*) și de o **mișcare în plan vertical a lunetei topografice**, care se rotește concomitent cu cercul vertical.

Dintre parametrii tehnici ai elementelor constructive se menționează:

- puterea de mărire a lunetei 25x
- diametrul obiectivului lunetei.....40 mm
- câmpul de vizare a lunetei 1,3°
- distanța minimă de vizare 3,0 m
- diametrul cercului orizontal.....94 mm
- valoarea unei diviziuni a cercului gradat.....1^g
- precizia de citire a unghiului orizontal.....1°
- diametrul cercului vertical.....74 mm
- valoarea unei diviziuni ale cercului gradat 1^g
- precizia de citire a unghiului vertical.....1°

VI.3.3. Diagrama unui tahimetru autoreductor

Cu ajutorul tahimetrelor cu diagramă se măsoară *distanțe directe reduse la orizont și diferențe de nivel dintre două puncte*. În acest scop, s-a conceput, o diagramă formată din fire și curbe, care este plasată în locul cercului vertical și este adusă în câmpul lunetei tahimetrului autoreductor.

În câmpul lunetei *tahimetrului autoreductor cu diagramă* de tipul **Zeiss – Dahlta 020** sunt cuprinse următoarele fire și curbe (fig.VI.5).

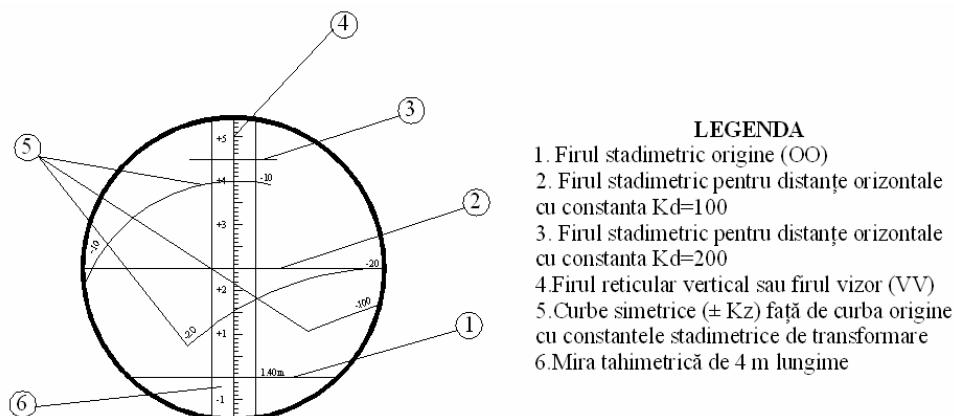


Fig. VI.5 –Câmpul lunetei tahimetrului autoreductor cu diagramă de tipul Zeiss - Dahlta 020

Pentru **măsurarea distanțelor orizontale** sunt folosite următoarele fire/curbe:

- *firul stadimetric sau curba origine*, denumită și curba de bază (1);
- *firul sau curba distanțelor orizontale*, cu constanta $K_d = 100$ (2);
- *firul sau curba distanțelor orizontale*, cu constanta $K_d = 200$ (3);
- *firul reticular vertical*, care permite vizarea mirei și a semnalelor (4).

Pentru **măsurarea diferențelor de nivel** sunt folosite următoarele trei perechi de curbe simetrice (5) față de curba origine (1), cu următoarele constante:

$K_z = \pm 10$, pentru unghiurile verticale zenitale cuprinse între 89° și 111° ;

$K_z = \pm 20$, pentru unghiurile + ($75^\circ - 93^\circ$) și, respectiv, - ($107^\circ - 125^\circ$);

$K_z = \pm 100$, pentru unghiurile + ($51^\circ - 88^\circ$) și, respectiv, - ($112^\circ - 149^\circ$).

În funcție de înclinarea lunetei spre mirele tahimetrice din punctele vizate pe teren se modifică spațiul cuprins între *curba origine (1)* și *firul sau curba distanțelor orizontale (2)*, cu constanta $K_d = 100$ și, respectiv, a celor *trei curbe simetrice (5)*, față de *curba origine (1)*, cu constantele stadimetrice ($\pm K_z$), care sunt folosite pentru măsurarea diferențelor de nivel.

VI.3.4. Anexele unui tahimetru autoreductor cu diagramă

În echipamentul de executare a măsurătorilor cu tahimetrul autoreductor cu diagramă de tipul **Zeiss - Dahlta 020** sunt incluse următoarele anexe:

- *Trepiedul*, care este format din trei brațe culisabile, prevăzut cu o platformă de susținere a aparatului și cu un șurub pompă de fixare a instrumentului;

- *Bastonul de centrare detașabil* este alcătuit din două tuburi metalice culisabile, din care, tubul interior, ce se fixează de șurubul pompă și tubul exterior ce se poate prelungi până la nivelul reperului punctului de pe țărș sau bornă;

- *Declinatorul – busolă* este compus dintr-un ac magnetic care este fixat în interiorul unui tub ce se plasează pe unul din suportii aparatului, cu ajutorul căruia se determină pe teren, *direcția nordului magnetic* într-un, punct de stație;

- *Mira tahimetrică de 4 m lungime* este cunoscută și sub denumirea de *mira tahimetrică Dahlta*, fiind divizată în *metri, decimetri și centimetri* și pliantă pe o lungime de 2 m, în timpul transportului. Originea *ZERO* a mirei tahimetrice *Dahlta*, este amplasată la *înălțimea de 1,40 m*, față de talpa inferioară a mirei, fiind marcată prin *litera V* în poziție orizontală. De la acest reper care este vizat în timpul măsurătorilor cu *fîrul stadimetric sau curba origine (I)* sunt trasate gradațiile pozitive în sus (+) și, respectiv, negative în jos (-). Gradațiile centimetrice sunt dispuse în grupuri de cinci centimetrii, cu numerotare decimetrică. Aceste mire sunt prevăzute și cu nivelă sferică, care este montată rigid pe partea opusă gradațiilor, care asigură în timpul observațiilor o poziție verticală a mirei;

- *Masa sau planșeta de desen „Karti 250”* este formată dintr-o platformă orizontală cu diametrul de 250 mm, pe care, de-a lungul unei rigle ce se poate înlocui în funcție de scara numerică a planului topografic, culisează un cursor cu un *ac de raportare* a poziției punctelor măsurate pe teren.

VI.3.5. Executarea măsurătorilor cu tahimetre autoreductoare

Pentru executarea măsurătorilor cu tahimetrul autoreductor de tipul **Zeiss - Dahlta 020**, se efectuează, mai întâi, următoarele etape preliminare:

- Se materializează pe teren poziția *punctelor A și B*;
- Se instalează tahimetrul la *înălțimea de 1,40 m*, în *punctul de stație A*;
- Se centrează și se calează instrumentul, în poziție corectă;
- Se orientează tahimetrul pe o direcție de orientare cunoscută;
- Se ține o miră tahimetrică, în poziție perfect verticală, în punctul B;
- Se vizează pe miră cu *curba origine (I)* la diviziunea „zero” (1,40 m).

a. Măsurarea indirectă a distanțelor reduse la orizont.

Măsurarea propriu-zisă a distanțelor reduse la orizont constă din vizarea mirei tahimetrice cu *firul stadimetric sau curba origine (I)*, considerat firul origine (OO) pe reperul „ZERO” situat la înălțimea de 1,40 m de la talpa inferioară.

Se efectuează **citirea** (C_d) care reprezintă intervalul cuprins dintre *curba origine (OO)* și *curba distanței reduse la orizont (DD)*, cu constanta $K_d = 100$.

Se consideră citirea efectuată pe mira tahimetrică *Dahlta*, în dreptul intersecției *firului stadimetric sau a curbei distanțelor orizontale (DD)* cu *firul reticular vertical (VV)*, care este egală cu **0,250 m**.

Distanța redusă la orizont (d_0) dintre cele două puncte considerate A și B se obține cu relația de următoarea formă:

$$d_0 = K_d \cdot C_d = 100 \cdot 0,250 \text{ m} = 25,00 \text{ m}$$

Precizia de măsurare a distanțelor reduse la orizont (d_0) pentru vize de până la 100 m față de punctul de stație și pentru constanta stadimetrică $K_d = 100$ este cuprinsă între $\pm (0 - 10 \text{ cm})$ și până la $\pm (0 - 20 \text{ cm})$.

b. Măsurarea indirectă a diferențelor de nivel.

În condițiile aliniamentului dat se citește pe mira tahimetrică *Dahlta*, în dreptul intersecției *firului reticular vertical (VV)*, cu cele două *fire stadimetrice sau curbe ale diferențelor de nivel* ($K_Z = -10$ și $K_Z = -20$).

Se consideră următoarele două citiri, care au fost efectuate pe mira tahimetrică: $C_{\Delta Z} = 0,368 \text{ m}$ ($K_Z = -10$) și, respectiv, $C_{\Delta Z} = 0,179 \text{ m}$ ($K_Z = -20$).

Diferența de nivel (ΔZ) dintre cele două puncte A și B se obține cu relațiile:

$$\Delta Z = K_Z \cdot C_{\Delta Z} = (-10) \cdot 0,368 \text{ m} = -3,68 \text{ m}$$

$$\Delta Z = K_Z \cdot C_{\Delta Z} = (-20) \cdot 0,179 \text{ m} = -3,58 \text{ m}$$

Precizia de măsurare a *diferențelor de nivel*, în cazul vizelor transmise la o distanță de până la 100 m, se exprimă în funcție de **constantă curbilor (K_Z)**:

- pentru $K_Z = \pm 10$ rezultă o eroare de $\pm 0,05 \text{ m}$;
- pentru $K_Z = \pm 20$ rezultă o eroare de la $\pm 0,05 \text{ m}$ și până la $\pm 0,10 \text{ m}$;
- pentru $K_Z = \pm 100$ rezultă o eroare de la $\pm 0,10 \text{ m}$ și până la $\pm 0,20 \text{ m}$.

Rezultatele măsurărilor efectuate cu ajutorul tahimetrului cu diagramă sunt comparabile ca precizie cu cele ale tahimetrului clasic cu lunetă stadimetrică și cu stadie verticală. Utilizarea tahimetrelor clasice și a tahimetrelor autoreductoare cu diagramă au confirmat, în general, o precizie redusă de măsurare a distanțelor, în discordanță cu precizia de măsurare a unghiurilor, dar cu un randament mai bun de măsurare în cazul tahimetrelor autoreductoare.

VI.4. TAHIMETRE ELECTRONICE ȘI METODE DE MĂSURARE

Tahimetrele electronice denumite și *stații inteligente* sau *stații totale de măsurare*, reprezintă o nouă generație de instrumente care se bazează pe realizările actuale de vârf ale mecanicii fine, electronicii și opticii.

VI.4.1. Considerații și principii generale

Concepția constructivă a acestor instrumente reunește în cadrul unei singure unități portabile, de dimensiunile și aspectul unui teodolit obișnuit, componentele necesare măsurării cu ajutorul undelor electromagnetice sau de altă natură a următoarelor elemente topografice:

- *unghiuri orizontale (H_z) și verticale (V);*
- *distanțe înclinate (D) și / sau distanțe reduse la orizont (d_0);*
- *coordonate rectangulare relative plane (ΔX și ΔY);*
- *diferențe de nivel dintre punctele de pe teren (ΔZ).*

Elementele unghiulare și liniare sunt măsurate pe teren dintr-un *punct de stație* și *punctele vizate*. Pe baza programului de calcul încorporat în tahimetrul electronic se calculează în timpul măsurătorilor de pe teren, următoarele elemente necesare pentru determinarea poziției spațiale ale punctelor unei drumuirii tahimetrice și/sau ale tuturor punctelor radiate, fiind menționate:

- *distanțe reduse la orizont (d_0);*
- *coordonate relative plane (ΔX , ΔY) și diferențe de nivel (ΔZ);*
- *coordonate rectangulare plane (X , Y) și cote absolute (Z).*

Tahimetrele electronice dispun de un *centru de memorie propriu* și de o *memorie externă*, precum și de o serie de programe de calcul specifice măsurătorilor topografice și geodezice. Datele măsurate și calculate pe teren sunt memorate și transferate în *memoria unui PC*, unde cu ajutorul unor programe de prelucrare a datelor se determină componentele grafice, care se desenează în baza unui sistem automatizat cu plottere atașate la PC.

Utilizarea tahimetrelor electronice în măsurătorile topografice și geodezice asigură atât înregistrarea datelor din teren în format digital, cât și automatizarea procesului de prelucrare, arhivare și editare a bazei de date.

Principalele tipuri de stații totale concepute în ultimii ani, cu diferite caracteristici tehnice de măsurare, care sunt utilizate în ridicările topografice și cadastrale sunt produse de către următoarele firme de specialitate pe plan mondial: *Zeiss, Wild, Kern, Sokkisha, Trimble, Leica, Topcon, Nikon, Pentax* și altele.

VI.4.2. Structura și părțile componente ale unei stații totale

În structura unei stații totale sunt cuprinse părțile componente specifice unui tahimetru clasic, la care se adaugă partea electronică încorporată în aceeași carcasă formată din unitatea de calcul și de memorare a datelor (fig. VI.6).

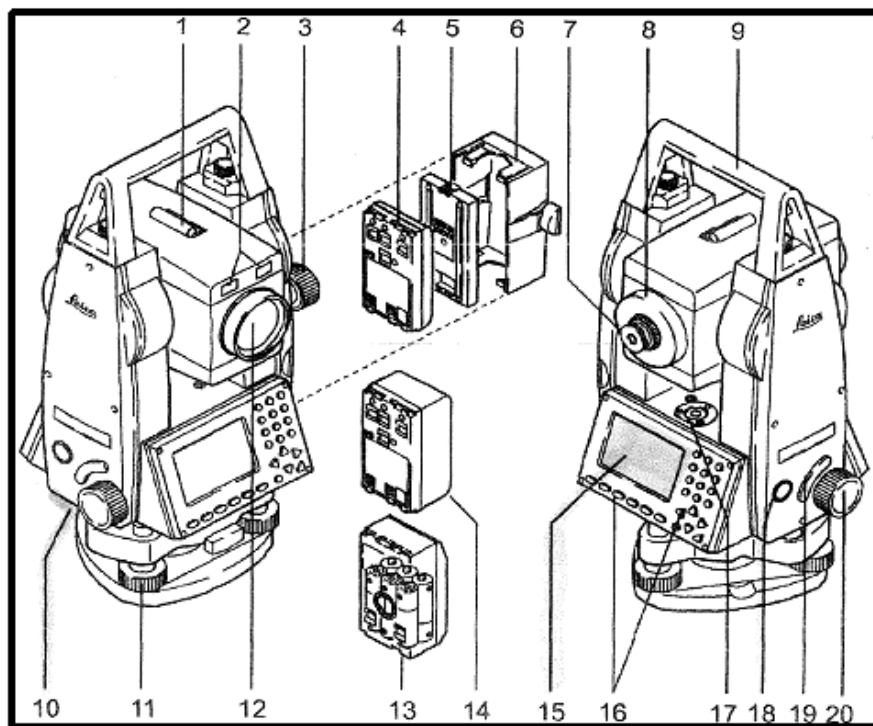


Fig. VI.6 – Principalele părți componente ale stației totale TC/705

- | | |
|--|---|
| 1. Vizor | 12. Obiectiv cu dispozitivul de măsurare a distanțelor (EDM) și ieșire fascicol |
| 2. Laseri de ghidare | 13. Adaptor baterii GAD39 (6 celule) |
| 3. Șurub de mișcare pe verticală | 14. Baterie GEB121 (opțional) |
| 4. Baterie (GEB111) | 15. Display (ecran) |
| 5. Suport pentru baterie | 16. Tastatură |
| 6. Suporturi de baterii (GEB121/GAD39) | 17. Nivelă circulară |
| 7. Ocular și focusarea reticulului | 18. Tastă Pornit/Oprit (ON/OFF) |
| 8. Focusarea imaginii | 19. Tastă de declanșare |
| 9. Mâner detașabil cu montare | 20. Șurub de mișcare pe orizontală |
| 10. Interfață serie RS232 | |
| 11. Șuruburi de calare | |

Luneta stației totale include în tubul obiectivului *dispozitivul de măsurare a distanțelor EDM (Electronic Distance Measurement)* și de ieșire fascicol (12), care utilizează unde din spectrul electromagnetic.

Planul firelor reticulare este alcătuit dintr-o placă transparentă, montată într-o ramă de fixare cu ajutorul a patru șuruburi antagoniste, pe care sunt gravate firele reticulare orizontale și verticale (fig. VI.7).

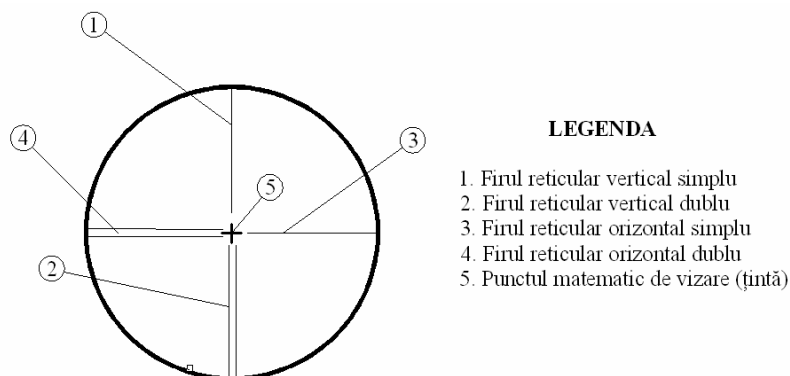


Fig. VI.7 – Planul firelor reticulare din interiorul telescopului

Punctul de intersecție al firelor reticulare (5) definește împreună cu centrul optic al obiectivului *axa de vizare*, care trebuie să coincidă cu *axa optică a lunetei* ce este definită de focarele și centrele optice ale tuturor lentilelor componente.

VI.4.3. Axele principale și mișcările generale ale stației totale

În schema de construcție a unei stații totale sunt incluse aceleași *trei axe principale* și aceleași *mișcări pe orizontală și pe verticală* ale instrumentului și ale lunetei, care au fost prezentate și în cazul tahimetrelor clasice (fig. VI.8).

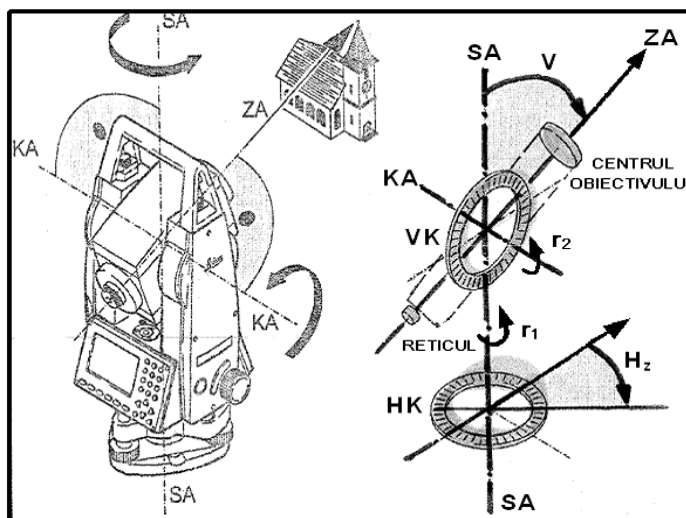


Fig. VI.8 – Axele principale și mișcările de rotație ale stației totale

Din punct de vedere principal, axele stației totale sunt considerate linii imaginare, de referință, concurente într-un punct, după cum urmează:

- *Axa principală verticală (SA-SA)*, cu *rotația r_1* a telescopului, care în poziție de lucru trebuie să fie verticală și perpendiculară, prin construcție, pe cercul orizontal cu divizare circulară codificată (*HK*), în centrul acestuia, care este materializat prin fasciculul laser sau firul cu plumb;
- *Axa secundară orizontală (KA-KA)*, în jurul căreia se rotește luneta (*rotația r_2*), care este perpendiculară pe axa principală și cercul vertical cu divizare circulară codificată (*VK*), în centrul acestuia, ce trebuie să fie perfect orizontală în timpul observațiilor de pe teren;
- *Axa de vizare a lunetei /axă de colimație (ZA-ZA)*, perpendiculară pe axa secundară care reunește centrele optice și focarele lentilelor ce compun luneta (axa telescopului = linia de la reticul la centrul obiectivului);
- *Unghiul orizontal (H_Z)*;
- *Unghiul vertical sau unghiul zenital (V)*.

Mișcările de rotație ale lunetei în plan orizontal (*rotația r_1*), în jurul axei principale și în plan vertical (*rotația r_2*), în jurul axei secundare, asigură vizarea semnalelor topografice de pe teren. Aceste mișcări în plan orizontal și vertical sunt efectuate prin butoane sau pârghii de blocare și șuruburi de fină mișcare, care permite vizarea precisă a unui semnal.

VI.4.4. Tastatura și butoanele de utilizare ale stației totale

Pe ecranul stației totale de tipul *TC/705* sunt prezentate diferitele simboluri ale tipurilor de taste, care sunt folosite în procesul de măsurare (fig. VI.9).

- *Taste pentru introducerea valorilor numerice sau de text (1)*: numere, litere și caractere speciale (*coordonate plane, orientări și altele*);
- *Taste de navigație (2)*, care comandă bara de intrare, în modulul de editare, respectiv, comandă bara de focusare;
- *Taste fixe – nivelul 1*, cu funcții atașate în mod fix: ENTER, SHIFT (3);
- *Taste fixe – nivelul 2*, care sunt activate prin apăsarea tastei SHIFT și, respectiv, a tastei fixe corespunzătoare (4);
- *Bara de focusare* a câmpurilor de pe ecran (5);
- *Câmpul de procesat* sau tasta display (6).
- *Tasta On/Off (18)* este plasată pe partea laterală a aparatului pentru a se evita oprirea nedorită a acestuia în timpul măsurătorilor de pe teren (fig. VI.4).

– **Tasta de declanșare (19)** redată în figura VI.6 și în figura VI.10, poate să fie utilizată pe baza celor trei funcții atașate: ALL, DIST sau DISABLE (fig. VI.9) și care poate să fie activată și prin „Meniu / System setting”.

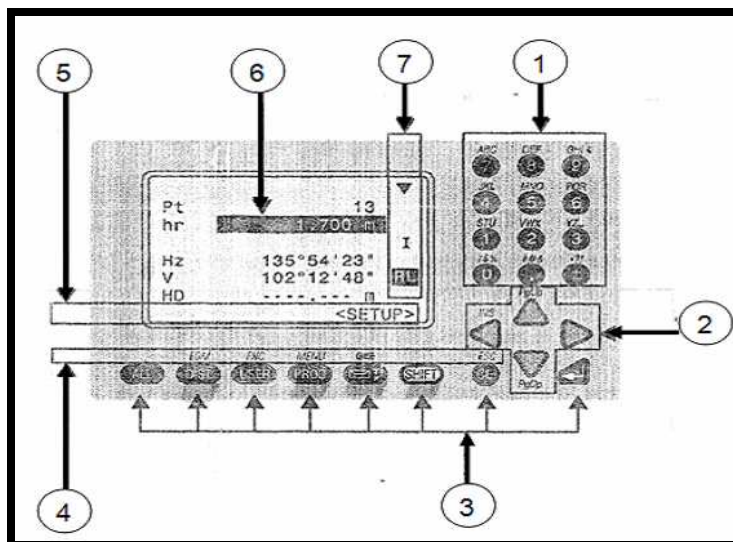


Fig. VI.9 – Tastatura și display-ul stației totale de tipul TC/705

Butoanele care apar pe linia de jos a ecranului sunt selectate cu ajutorul **tastelor de navigație** și activate prin acționarea unui buton de schimbare. Aceste butoane disponibile depind de funcția/aplicația curentă a măsurătorilor (fig. VI.11):

- SET – validează valoarea introdusă și încheie dialogul;
- OK – validează mesajul sau dialogul afișat și încheie dialogul;
- EXIT – validează abandonarea unei funcții/aplicații sau meniu;
- PREV – revenirea la ultimul dialog.

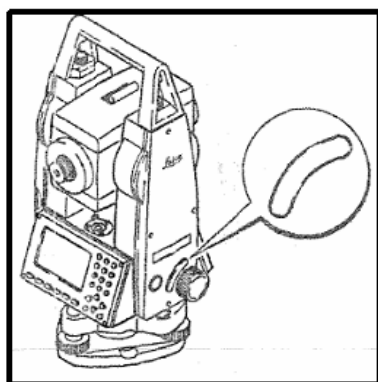


Fig. VI.10 – Tasta de declanșare

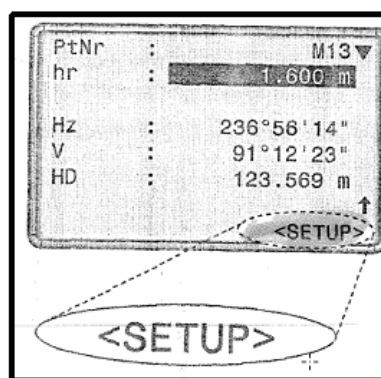


Fig. VI.11 – Butoanele stației totale

VI.4.5. Pregătirea stației totale pentru executarea măsurărilor

În etapa de pregătire a aparatului se realizează configurarea stației totale, conform *parametrilor cărții tehnice* care constă din alegerea următorilor indicatori cu privire la măsurarea elementelor liniare și unghiulare.

- **Unități de măsură pentru distanțe:** *metri*.
- **Unități de măsură pentru unghiuri:** *sistemul de gradație sexagesimală sau sistemul de gradație centezimală*.
- **Unități de măsură pentru parametrii atmosferici:** *temperatura (grade Celsius); presiunea atmosferică (milibari)*.
- **Sensul de măsurare a unghiurilor orizontale (Hz):** *sensul topografic, spre dreapta sau sensul trigonometric, spre stânga*.
- **Modul de măsurare al unghiurilor verticale (V):** *unghi vertical zenital sau unghi vertical de pantă*.
- **Procedeul de măsurare al distanțelor:** *prismă reflectoare pe cale electromagnetică, cu dispozitiv EDM, fără prismă / infraroșu*.
- **Activarea compensatorului** care asigură verticalitatea axei *VV'*.
- **Verificarea constantei prisme**, conform cărții tehnice care trebuie să rămână cu aceeași constantă pe toată durata utilizării instrumentului pentru executarea măsurărilor de teren.
- **Actualizarea parametrilor atmosferici:** *temperatură, presiunea atmosferică, umiditate*, prin introducerea unor modificări ale acestora pe baza observațiilor efectuate asupra determinării condițiilor climatice dintr-o anumită zonă.
- **Ajustarea stației totale**, prin aplicarea unor setări referitoare la data executării măsurărilor: *an / lună / zi / oră* și acționarea compensatorului.

VI.4.6. Instalarea trepiedului stației totale în punctul topografic

Pentru măsurarea unghiurilor și a distanțelor pe cale electrooptică cu ajutorul *dispozitivului EDM în infraroșu* se instalează trepiedul în punctul topografic, marcat pe teren, avându-se în vedere respectarea următoarelor condiții de bază:

- la instalarea trepiedului stație totale într-un punct topografic se urmărește ca platforma acestuia să fie pe cât posibil orizontală;
- în cazul unor înclinări mari ale platformei trepiedului, acestea trebuie să fie corectate cu ajutorul celor trei șuruburi de calare ale ambazei.

În timpul transportului și pe durata operațiilor de manevrare și de instalare a trepiedului în punctul de stație trebuie să fie avute în vedere o serie de reguli de utilizare propriu-zisă, care sunt prevăzute în cartea tehnică.

- Se recomandă folosirea husei trepiedului în timpul transportului.
- Se solicită manevrarea trepiedului cu grijă sporită.
- Se verifică dacă șuruburile de calare sunt strânse în mod corespunzător.
- Se efectuează în mod periodic controlul asupra zgârieturilor sau a altor degradări ale picioarelor trepiedului, care poate să determine măsurători incorecte.

Instalarea propriu-zisă a trepiedului stației totale în punctul topografic marcat pe teren, se execută pe baza următoarelor operații (fig. VI.12).

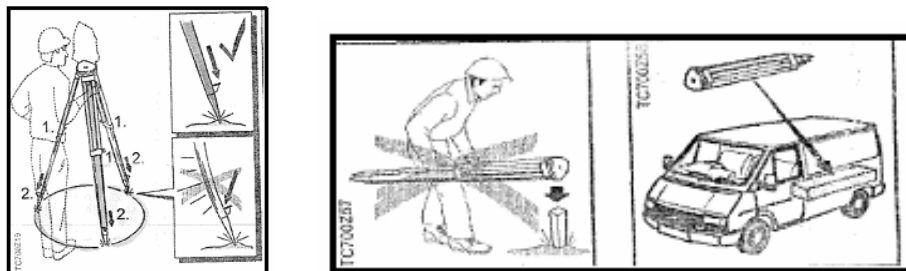


Fig. VI.12 – Instalarea trepiedului în punctul de stație

• **Se slăbesc șuruburile a celor trei brațe ale trepiedului (1)** și se reglează lungimea acestora în mod corespunzător cu înălțimea operatorului, după care se strâng în mod convenabil;

• **Se apasă picioarele trepiedului în teren (2)**, în vederea asigurării stabilității instrumentului în punctul de stație, fiind recomandată apăsarea acestora cu piciorul operatorului numai în lungul celor trei brațe.

VI.4.7. Centrarea cu laser și orizontalizarea aproximativă

Instalarea aparatului în punctul de stație cuprinde *calarea*, prin care se realizează verticalizarea axei principale VV' și *centrarea*, care constă din aducerea axei VV' pe verticala punctului matematic al reperului marcat la sol (fig. VI. 13).

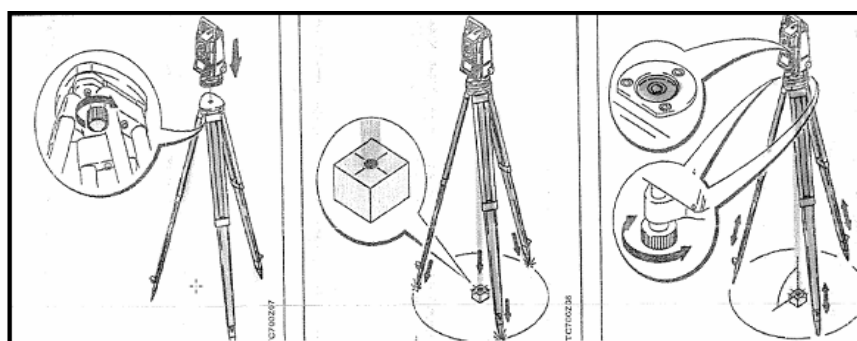


Fig. VI.13 – Centrarea cu laser și orizontalizarea aproximativă

Operațiile de centrare și orizontalizare aproximativă a stației totale în punctul de stație se efectuează în următoarea succesiune:

- se așează aparatul pe platforma trepiedului și se strânge șurubul central;
- se rotesc în mod convenabil șuruburile de calare până când acestea sunt aduse într-o *poziție medie*, care să permită calarea definitivă;
- se aprinde **laserul de centrare** cu tasta de acționare corespunzătoare, iar în acest moment apare pe ecran (*display*) nivela electronică;
- se reglează picioarele trepiedului, astfel ca raza laser să fie dirijată pe punctul matematic al reperului marcat la sol;
- se fixează picioarele trepiedului în sol, printr-o ușoară apăsare;
- se rotesc șuruburile de calare până când laserul este adus pe *axa verticală* VV' a punctului de stație, adică cade exact pe punctul matematic al reperului la sol;
- se acționează asupra brațelor trepiedului până se centrează *nivela sferică*, iar în acest moment se consideră că aparatul este calat în mod aproximativ.

VI.4.8. Orizontalizarea precisă a stației totale cu nivela electronică

Nivela electronică a stației totale moderne oferă unele facilități în realizarea unei orizontalizări riguroase. După operația de calare aproximativă apare pe ecran, în urma acționării unei taste, simbolul *nivelei torice înclinate* (fig. VI.14).

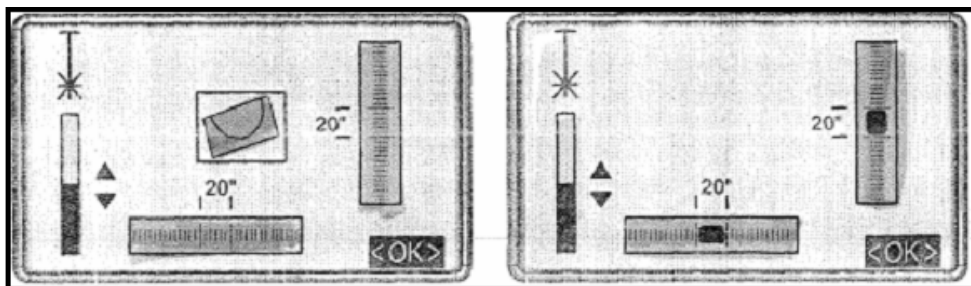


Fig. VI.14 – Orizontalizarea precisă a stației totale cu nivela electronică

Pentru definitivarea orizontalizării precise care se efectuează cu ajutorul nivelei electronice, se vor parcurge următoarele operații:

- *prin rotirea în sens convenabil a șuruburilor de calare se centrează nivela electronică*, conform schemei redată în figura VI.15;
- *se verifică poziția corectă a nivelei electronice*, care trebuie să fie centrată atât pe *poziția orizontală* cât și pe *poziția verticală* (fig. VI.14);
- *se verifică centrarea cu laser și eventual se reface;*
- *se decuplează nivela electronică și laserul de centrare.*

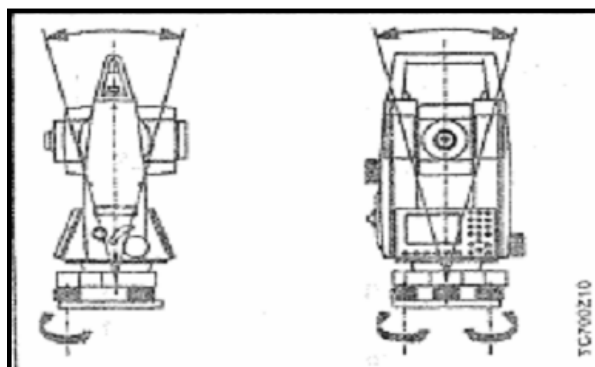


Fig. VI.15 – Modul de rotire al șuruburilor de calare

În funcție de condițiile atmosferice ale terenului din zona unde se execută măsurătorile cu stația totală se efectuează modificarea intensității laserului în trepte de câte **25%**, iar pentru validarea intensității laserului se acționează asupra tastei **OK** și se încheie funcția.

VI.4.9. Efectuarea măsurătorilor și înregistrarea datelor

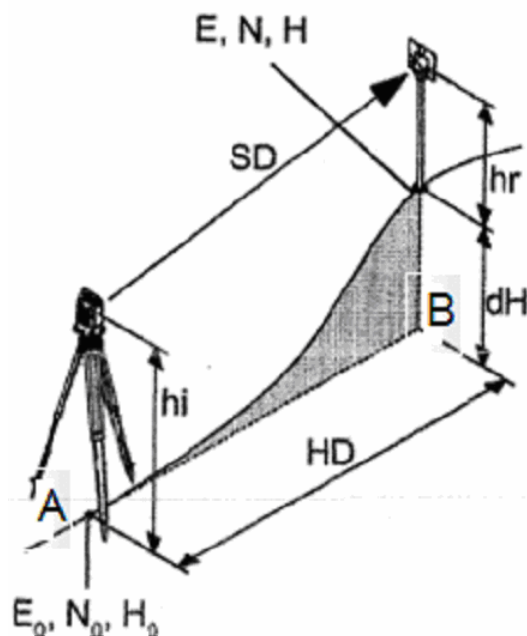
Pe baza operațiilor prezentate mai sus, se consideră instalarea aparatului în poziție corectă de lucru într-un *punct A*, marcat la sol printr-un reper topografic.

După instalarea aparatului în punctul de stație, se trece la efectuarea operațiilor propriu-zise de măsurare pe teren, în condițiile unui **aliniment A-B**, care se execută în următoarea succesiune:

- se măsoară **înălțimea aparatului (h_i)**, în punctul de stație (**A**), marcat la sol printr-un reper topografic, cu ajutorul unei rulete;
- se citește **înălțimea reflectorului (h_r)** din punctul vizat pe teren (**B**) pe tija gradată a reflectorului cu prismă;
- se efectuează **vizarea prisme în centrul geometric** al acesteia;
- se declanșează **comanda pentru măsurare**, prin acționarea tastei specifice cu efect asupra fasciculului EDM, care parcurge distanța dintre punctul de stație (**A**) și punctul vizat (**B**), în sensul dus-întors (fig. VI.16).

În cazul distanțelor de peste **1000 m** apare pe *display* valoarea **distanței înclinate (SD)**, cu trei zecimale, după un timp de maximum **3 secunde**, care se completează cu valorile măsurate ale unghiului orizontal (**H_z**) și vertical (**V**).

Stațiile totale de **tipul TC** sunt dotate cu un dispozitiv de măsurare a distanței (**EDM**) în *infraroșu*, iar cele de **tipul TCR**, dotate cu **laser vizibil roșu** care din punct de vedere practic asigură măsurarea pe teren a distanțelor fără utilizarea reflectorului cu prismă.

**LEGENDA:**

h_i – înălțimea aparatului în punctul de stație (A);

h_r – înălțimea reflectorului din punctul vizat pe teren (B);

SD – distanța înclinată dintre axa secundară a aparatului și centrul prisme/fascicolului laser (TCR) corectată cu factorii meteorologici;

HD – distanța orizontală;

dH – diferența de nivel;

E_0, N_0, H_0 – coordonatele plane și cota absolută a punctului de stație;

E, N, H – coordonatele plane și cota absolută a punctului vizat pe teren (B);

Fig. VI.16 – Elemente liniare și unghiulare măsurate pe teren cu stația totală

Modul de utilizare al stației totale **TC / 705** este valabil pentru toate aparatele din seriile **TPS 300 Basic**, avându-se în vedere o serie de dotări și funcții.

Pe ecranul de măsurare (*display*) este posibilă apelarea următoarelor funcții: **FNC, EDM, PROG, MENU, LIGHT, LEVEL și LASER – PLUMMET**.

➤ **Tasta ALL** - evidențiază atât afișarea permanentă a unghiurilor orizontale și verticale, cât și declanșarea măsurării distanțelor, care sunt înregistrate în memoria internă sau descărcate pe interfața serială.

➤ **Tasta DIST** - declanșează măsurarea distanței și afișarea acesteia, iar unghiurile sunt afișate independent de măsurarea distanței. Fiecare distanță măsurată rămâne valabilă pe ecran, până când este înlocuită de o nouă măsurare.

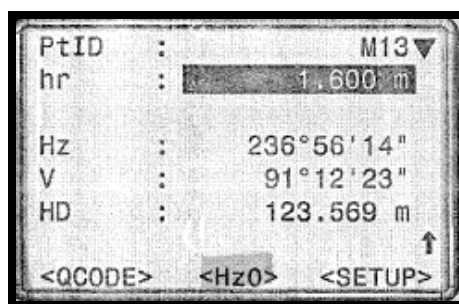


- **Simbolul** alăturat evidențiază faptul că, există mai multe ecrane cu date suplimentare, fiind exemplificate: **dH, SD, E, N, H**.



- **Simbolul HzO** permite introducerea unei orientări cunoscute din coordonatele rectangulare plane pe originea **0°00'00''/0**.

- **Simbolurile de ecran (display)** și valorile datelor măsurate pe teren în cazul punctului vizat (**M13**) dintr-un punct de stație de coordonate cunoscute sunt redată mai jos în figura VI.17:

**LEGENDA:**

PtID – numărul punctului: *M13*;
hr – înălțimea reflectorului: *1.600 m*;
Hz – unghiul orizontal: *236° 56' 14"*;
V – unghiul zenital: *91° 12' 23"*;
HD – distanța orizontală: *123,569 m*.

Fig. VI.17 – Ecran posibil de date măsurate pentru un punct vizat

Elementele liniare și unghiulare pe care le măsoară stația totală sunt înregistrate în memorie, iar ulterior microprocesorul poate să efectueze pe baza programelor de lucru încorporate, o serie de aplicații geodezice și topografice.

VI.4.10. Programe de măsurare utilizate de stațiile totale

➤ **Programul MĂSURARE** realizează determinarea pe teren a următoarelor elemente: *distanța înclinată între aparat și prismă, unghiul orizontal sau orientarea unei direcții, unghiul vertical zenital*. Pe baza acestor elemente se calculează: *distanța redusă la orizont, coordonatele relative (ΔX , ΔY), diferența de nivel (ΔZ) și coordonatele spațiale absolute (X , Y , Z).*

➤ **Programul COORDONATE** este folosit pentru executarea drumuirilor tahimetrice sprijinite pe puncte de coordonate cunoscute. Pe baza elementelor măsurate se calculează coordonatele punctelor de drumuire și a celor radiate.

➤ **Programul SPECIAL** este folosit în operațiile de trasare pe teren a următoarelor categorii de lucrări: *aliniamente, racordări de aliniamente, unghiuri orizontale, pante, suprafețe de secțiuni transversale și altele*.

➤ **Programul RECTIFICĂRI / SETARE** permite operatorului să aleagă unitățile de măsură folosite în măsurătorile propriu-zise din teren. De asemenea, se asigură verificarea și introducerea parametrilor de funcționare ai stației totale.

➤ **Programul TRANSFER DATE** realizează transferul reciproc de date dintre stația totală și un PC, imprimantă, modem, bandă magnetică.

➤ **Programul EDITOR** permite atât efectuarea unor modificări, cât și completarea datelor măsurate și memorate în teren.

➤ **Programul DOS – PC** permite operatorului să utilizeze programele și datele aflate în memoria externă a stației totale, de pe o cartelă magnetică.

VI.5. ÎNTOCMIREA PLANULUI TOPOGRAFIC DIGITAL

Planul topografic digital ca document cartografic se obține în funcție de raportarea tuturor punctelor determinate prin coordonatele rectangulare plane (2D) fără reprezentarea reliefului terenului și/sau cu reprezentarea spațială (3D).

VI.5.1. Conceptul de realizare al planului digital

Pentru întocmirea *planului digital* sunt folosite o serie de metode și tehnologii moderne de culegere a datelor primare.

- *Ridicări topografice automatizate*, cu folosirea aparaturii moderne.
- *Utilizarea metodelor moderne ale fotogrammetriei digitale*, pe baza cărora rezultă coordonatele spațiale (3D) ale tuturor punctelor de detaliu, care se introduc ulterior într-un soft de desenare asistat de calculator.
- *Conversia planurilor analogice existente sau restituite fotogrammetric*, prin utilizarea diferitelor metode de scanare și/sau de vectorizare.

Din punct de vedere practic, metodele automatizate și/sau ale fotogrammetriei numerice sunt superioare ca precizie și randament tuturor ridicărilor topografice, care au fost executate cu instrumente clasice.

Structura unui plan digital complex este stabilită prin reprezentarea următoarelor elemente de bază ale terenului care a format obiectul măsurătorii.

- *Datele topografice* definite prin coordonatele spațiale (3D) ale punctelor;
- *Detaliile terenului* reprezentate prin puncte, linii și poligoane;
- *Planuri tematice (layere)* ca unități distincte ale entităților grafice.

Conceptul computerizat de realizare al planului digital pe baza utilizării unor softuri corespunzătoare, asistate de calculator este evidențiat prin executarea de către operator a următoarelor operații tehnice succesive:

- *transferarea datelor primare* rezultate din procesul de măsurare cu tehnologia GPS și/sau cu stația totală, precum și din procesul de scanare/vectorizare a unui plan analogic, în memoria calculatorului;
- *procesarea datelor* cu ajutorul unor programe de calcul și de desenare;
- *întocmirea planului digital* direct ca proces interactiv și/sau prin intervenția limitată a operatorului, în anumite faze ale procesului de lucru;
- *listarea (printarea) planului digital* la o scară standard, corespunzătoare conținutului tematic și a cerințelor utilizatorului;
- *operarea unor modificări și completări* pentru actualizarea periodică a planului topografic, care intervin uneori în decursul timpului.

VI.5.2. Raportarea planimetriei și trasarea curbilor de nivel

Elementele de bază care asigură raportarea automată a planimetriei sunt obținute din măsurătorile efectuate cu stația totală, fiind menționate:

- **datele topografice primare**, achiziționate pe teren și procesate pe calculator, sunt reprezentate de toate punctele de detaliu prin coordonate spațiale, care sunt identificate *printr-un număr și cod propriu* în inventarul de coordonate al unei ridicări topografice.

- **biblioteca cu simboluri** asigură legătura dintre coordonatele punctelor și codurile folosite, unde fiecărui cod îi corespunde un semn convențional.

- **sistemul de calcul**, ca mijloc principal de operare în procesul de redactare al planului topografic în format digital se bazează atât pe o configurație adecvată a calculatorului, cât și pe programe de aplicații corespunzătoare care asigură precizia și acuratețea planului topografic.

a. Raportarea planimetriei.

Prin reprezentarea poziției în plan a punctelor de coordonate rectangulare (2D) care reprezintă detaliile de planimetrie ale terenului (linii de hotar, căi de comunicație, construcții și alte categorii de folosință) se asigură redarea configurației tuturor obiectelor de pe suprafața terestră.

Operația de raportare a planimetriei se realizează prin folosirea *imaginii de pe monitor* împreună cu *mouse-ul calculatorului*, la care se mai adaugă, *schiza de teren* și *coordoanatele* ridicării topografice transferate într-un soft de desen.

În baza celor menționate mai sus, operația propriu zisă a raportării planimetriei se realizează pe baza parcurgerii următoarelor etape succesive:

- **raportarea punctelor pe plan**, se execută la comandă, prin balustrare, cu înscrierea numărului de ordine a punctului și/sau a codului de identificare;

- **legarea pe desen a punctelor caracteristice** care definesc aceleași detaliu topografic, conform reprezentării din schiza de pe teren;

- **schimbarea poziției numerelor de ordine**, care sunt intersectate de liniile desenului și plasarea acestora în poziții convenabile și lizibile;

- **aplicarea semnelor convenționale**, a simbolurilor, hașurilor și culorilor, pe baza simbolurilor din biblioteca de date.

La reprezentările în **sistemul 2D** raportarea planimetriei se încheie în urma parcurgerii etapelor de mai sus. Automatizarea lucrărilor de raportare a planului se realizează în proporții diferite în funcție de echipamentul din dotare.

b. Trasarea curbilor de nivel.

Reprezentarea reliefului terenului prin curbe de nivel constituie în prezent, metoda cea mai utilizată care exprimă în mod sugestiv orografia terenului.

Totodată, sunt determinate și interpretate o serie de elemente ale reliefului de pe un plan topografic: altitudinea punctelor, panta, expoziția versanților, aria și volumul formelor de relief. Curbele de nivel sau izohipsele sunt proiecțiile orizontale ale liniilor sinuoase ce unesc pe un plan sau pe o hartă topografică punctele de aceeași cotă. Aceste curbe sau linii de nivel rezultă din intersectarea imaginărilor a suprafeței topografice cu plane orizontale și echidistante. Valoarea curbilor de nivel se exprimă în metri printr-un număr întreg sau zecimal.

Trasarea curbilor de nivel pe suportul grafic al planului digital se realizează din punct de vedere principal între toate punctele vecine de cote cunoscute ale ridicărilor 3D. Aceste puncte caracteristice reprezintă pe teren, *schimbările de pantă*, iar între ele se consideră faptul că, înclinarea terenului este continuă și relativ uniformă, în sens ascendent sau descendent.

Din punct de vedere principal, redarea reliefului terenului, cu formele sale specifice, prin metoda curbilor de nivel se bazează pe următoarele criterii de bază:

- *curba de nivel* este o linie de nivel continuă, care unește punctele de aceeași cotă și nu se poate intersecta cu altă curbă vecină;
- *planele orizontale* de secționare ale suprafeței terenului sunt egal distanțate pe verticală și trasate la cote rotunde funcție de înclinarea terenului;
- *echidistanța numerică* a curbilor de nivel se stabilește în funcție de precizia de redare a reliefului, scara numerică a planului și accidentația terenului.

Aceste criterii menționate mai sus, împreună cu principiul teoretic al trasării curbilor de nivel sunt valabile atât pentru ridicările topografice clasice, cât și pentru ridicările executate cu stația totală de măsurare.

Trasarea manuală a curbilor de nivel se efectuează din punct de vedere practic printr-o *interpolare grafică* între două puncte de cote cunoscute. În acest scop se desenează un *izograf*, care cuprinde un număr de linii paralele și echidistante, ce sunt trasate pe o *folie transparentă*. Cotele absolute care au fost folosite pentru construcția *izografului* sunt înscrise pe cele două margini laterale.

Trasarea automatizată se bazează pe folosirea diferitelor softuri care realizează o *modelare matematică*, prin **modelul digital al terenului (DTM)**, ca imagine spațială a reliefului terenului. Precizia trasării depinde de numărul și densitatea punctelor caracteristice ale ridicării topografice.

În baza măsurătorilor geodezice și topografice executate pe o suprafață de 208 ha a unui sector cadastral din *sistemul hidroameliorativ Baia – Sasca*, județul Suceava, s-a determinat poziția planimetrică și altimetrică, prin *coordonatele spațiale 3D a unui număr de 2966 puncte*. Pe baza coordonatelor X,Y,Z, ale punctelor de ridicare topografică, s-a întocmit planul digital, în proiecția Stereografică – 1970 și planul de referință pentru cote Marea Neagră – 1975.

Izoliniile de altitudine egală denumite *curbe de nivel*, cu *echidistanța* numerică egală cu **2,50 m** au fost trasate pe fondul grafic al planului digital în sistemul 2D, în sistem automatizat, în funcție de cotele absolute ale punctelor de detaliu situate pe cele 48 profile transversale și longitudinale (fig. VI.18).

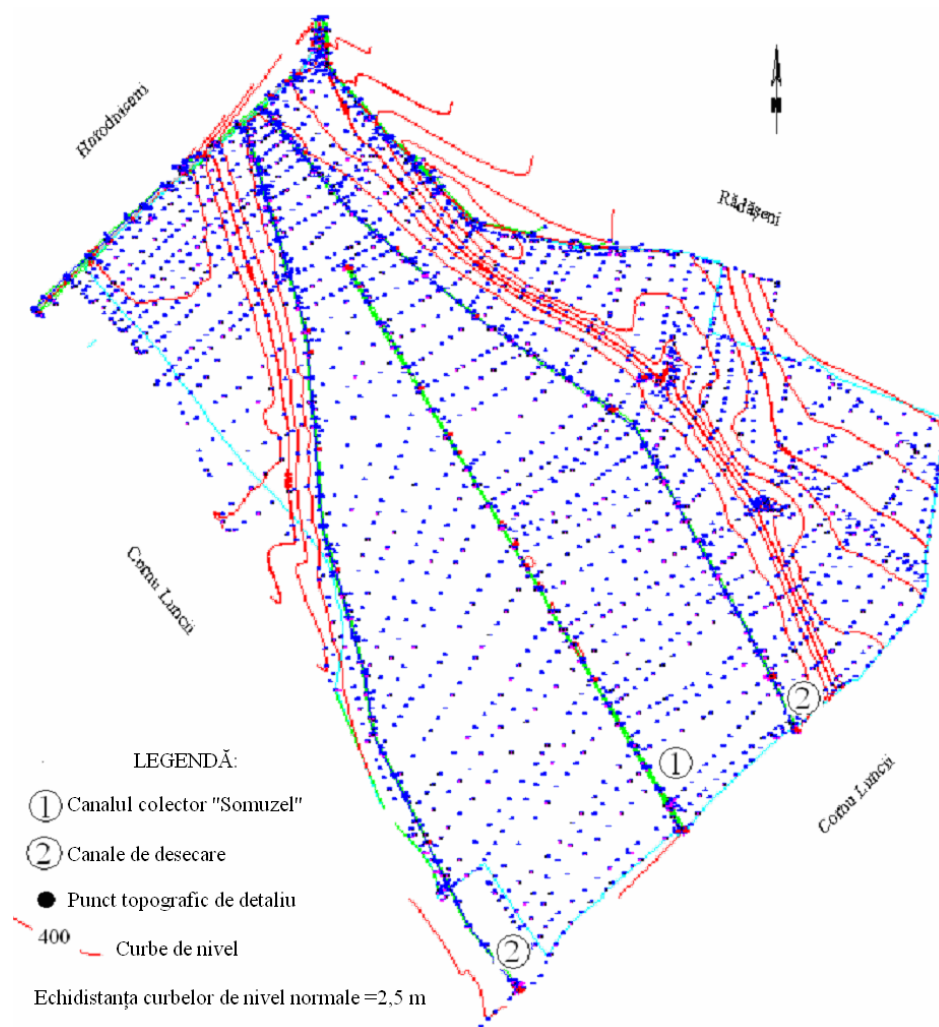


Fig. VI.18 – Plan digital al terenului în sistemul de reprezentare 3D

Pe fondul grafic al planului digital în *sistemul 2D* s-a construit modelul tridimensional 3D al suprafeței măsurate care constituie o rețea de mici triunghiuri, denumită *rețeaua de triangulație*, folosită în studierea altitudinii terenului. Această reprezentare tridimensională a suprafeței a terenului cu folosirea rețelei de aproximare cu triunghiuri a stat la baza generării modelului numeric al terenului pe clase de creștere ale altitudinii absolute din 5 în 5 m (fig. VI.19).

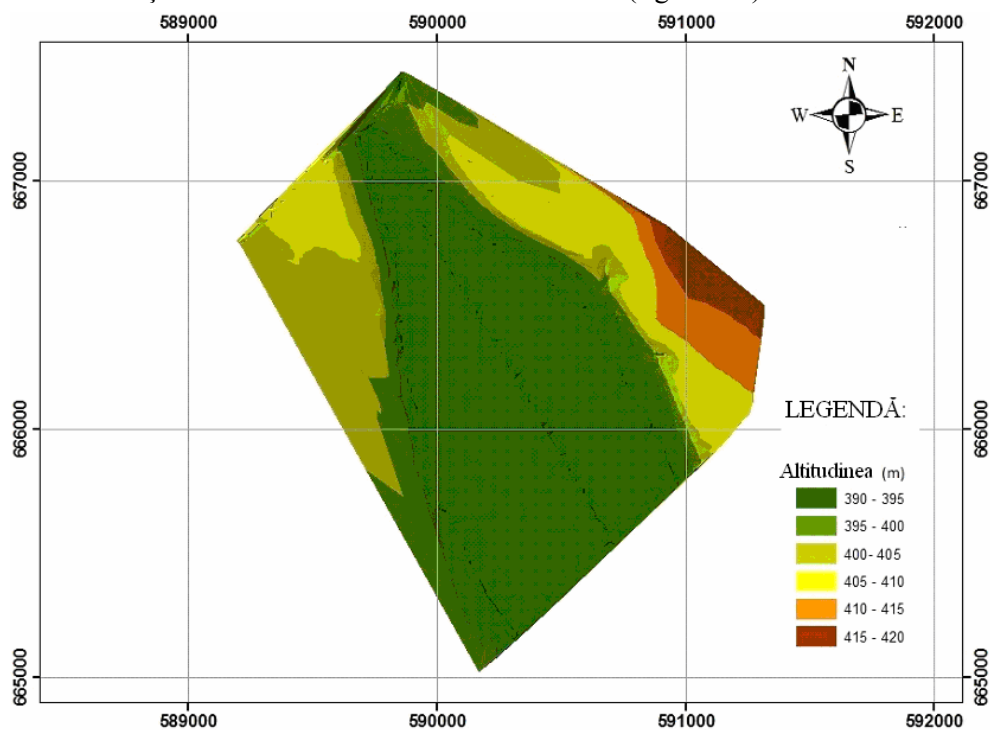


Fig. VI.19 – Modelarea digitală/numerică a terenului

VI.5.3. Conținutul și acuratețea planului topografic digital

Planul în format digital, ca produs final al unei ridicări topografice trebuie să reprezinte cât mai fidel *elementele de planimetrie și altimetrie*, după cum urmează:

- *toponimia terenului*: munți, dealuri, podișuri, câmpii, ape, localități;
- *direcția nordului geografic* reprezentată printr-o săgeată sau prin caroiul rectangular sau geometric al planului topografic;
- *legenda cu semnele convenționale* redată prin simbolurile și/sau culorile folosite la redactarea planului topografic;
- *schema dispunerii foilor de plan* în cazul teritoriilor cu suprafețe mari de teren, care nu se raportează pe o singură planșă de desen.

Acuratețea planului este dată de diferența dintre *informația grafică* redată pe plan, la scara reprezentării și *informația de pe teren*. Acuratețea unui plan topografic se analizează atât sub aspectul calității grafice, cât și al conținutului planimetric și altimetric, prin confruntarea cu realitatea din terenul, care a constituit obiectul unei măsurători topografice. Sub acest aspect, sunt evidențiate următoarele două verificări esențiale ale acurateței unui plan topografic:

- *redarea integrală a detaliilor planimetrice*, prin semne convenționale;
- *reprezentarea corectă a formelor de relief*, prin curbe de nivel.

Precizia planului digital și/sau al planului analogic este definită prin gradul de poziționare planimetrică și altimetrică a punctelor de ridicare. În acest scop, se compară valorile unor elemente topografice raportate pe planul topografic de bază, la scara reprezentării cu corespondentele acestora măsurate pe teren.

● Teste de autoevaluare U.I. VI

1. Ce este tahimetria?
2. Care sunt metodele de bază folosite în ridicările tahimetrice?
3. Descrieți modul de măsurare indirectă a distanțelor cu tahimetre clasice.
4. Definiți principiul de bază al ridicărilor tahimetrice clasice.
5. Enumerați principalele tipuri de tahimetre autoreductoare.
6. Descrieți modul de măsurare indirectă a distanțelor și a diferențelor de nivel cu ajutorul tahimetrului autoreductor cu diagramă.
7. Care sunt avantajele folosirii tahimetrelor electronice?
8. Prezentați principalele părți componente ale unei stații totale de măsurare.
9. Care sunt axele principale și mișcările generale de rotație ale unei stații totale, în timpul operațiilor de măsurare pe teren?
10. Descrieți tastatura și butoanele unei stații totale de măsurare.
11. Care sunt operațiile de așezare în stație al unui tahimetru electronic?
12. Descrieți operațiile de măsurare pe teren cu ajutorul tahimetrului electronic.
13. Definiți programele de măsurare folosite în cazul stațiilor totale.
14. Care sunt operațiile de bază ale procesului de realizare în sistem automatizat a planului topografic digital?
15. Explicați principiul de raportare în sistemul automatizat ale coordonatelor punctelor rețelei de ridicare planimetrică (2D).
16. Care sunt principalele elemente de conținut ale planului digital în sistemul de coordonate 2D și în sistemul de coordonate 3D ?

• **Lucrare de verificare U.I. VI**

Să se efectueze operațiile de calcul ale distanțelor și ale diferențelor de nivel pe baza observațiilor de teren efectuate cu ajutorul unui tahimetru clasic cu luneta stadimetrică și, respectiv, a unui tahimetru autoreductor cu diagramă, în condițiile terenurilor plane și înclinate.

• **Rezumatul U.I. VI**

Tahimetria constituie o metodă de măsurare rapidă de determinare simultană a poziției planimetrice și nivelitice a punctelor suprafeței topografice. Ridicările tahimetrice sunt rapide și eficiente, deoarece măsurarea distanței dintre punctele date pe teren se efectuează în mod direct pe cale optică și/sau electrooptică.

În funcție de evoluția conceptului de construcție a tahimetrelor, s-a efectuat și o scurtă prezentare a metodelor folosite. În acest context, au fost redată metodele și procedeele folosite în cazul tahimetrelor clasice cu lunetă stadimetrică, a tahimetrelor autoreductoare cu diagramă și a tahimetrelor electronice, de diferite tipuri constructive.

• **Bibliografie U.I. VI**

Boș N., Iacobescu O., *Topografie modernă*. Ed. C.H. Beck, București, 2007

Leu I.N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciolac Valeria, Ciotlăuș Ana, Negoescu I., *Topografie și cadastru*, Editura Universul, București, 2002

Moca V., *Topografie și cadastru - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași, (CD), 2002

Nistor Gh., *Topografie-Lucrări practice*, Editura Universității Tehnice „Gh. Asachi”, Iași, 2002

Onose D., *Topografie*, Editura MatrixRom, București, 2004

Russu A., Boș N., Kiss A., *Topografie-geodezie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982

Vorovencii I., *Topografie*, Editura Universității Transilvania din Brașov, 2006

x x x *Manualul inginerului geodez*, (vol. I, II și III), Editura Tehnică, București, 1972-1974

x x x *Măsurători terestre – fundamente*, (vol. I, II, III), Editura MatrixRom, București, 2002

x x x *Lucrări geodezice, topografice, fotogrammetrice și cadastrale*, Editura MatrixRom, București, 2007

*Partea a II-a***DESEN TEHNIC****U.I. VII*****ELEMENTE DE DESEN CARTOGRAFIC*****• Cuprins U.I. VII**

- VII.1. Elemente de bază ale scrierii cartografice
 - VII.1.1. Întocmirea portativului scrierii cartografice
 - VII.1.2. Modul de scriere a literelor și cifrelor
 - VII.1.3. Dimensiunile nominale ale scrierii cartografice
- VII.2. Scrierea cartografică pe hărți și planuri
 - VII.2.1. Scrierea elementelor de toponimie
 - VII.2.2. Scrierea datelor numerice și a inscripțiilor explicative
- VII.3. Formatul cadrului hărților și planurilor
 - VII.3.1. Dimensiunile trapezelor pe latitudine și pe longitudine
 - VII.3.2. Dimensiunile și aria trapezelor geodezice
- VII.4. Elementele cadrului hărților și planurilor
 - VII.4.1. Cadrul hărților și planurilor topografice
 - VII.4.2. Elementele din interiorul cadrului hărților și planurilor
 - VII.4.3. Elementele din exteriorul cadrului hărților și planurilor
- VII.5. Cartoeditarea planurilor și hărților topografice
 - VII.5.1. Cartoeditarea planului topografic de bază, 1 : 5 000
 - VII.5.2. Cartoeditarea planului cadastral de bază, 1 : 5 000
 - VII.5.3. Cartoeditarea hărții topografice de bază, 1 : 50 000
 - VII.5.4. Cartoeditarea hărții cadastrale de bază, 1 : 50 000
- VII.6. Nomenclatura foilor hărților și planurilor
 - VII.6.1. Nomenclatura foilor hărții internaționale la scara 1 : 1 000 000
 - VII.6.2. Nomenclatura foilor hărții topografice la scara 1 : 500 000,
1 : 200 000 și 1 : 100 000
 - VII.6.3. Nomenclatura foilor de hartă la scara 1 : 50 000 și 1 : 25 000
 - VII.6.4. Nomenclatura foilor de plan la scara 1 : 10 000, 1 : 5 000 și 1 : 2 000

VII.7. Probleme de cartometrie

VII.7.1. Determinarea coordonatelor rectangulare pe planuri topografice

VII.7.2. Calculul orientărilor și a distanțelor pe planuri topografice

VII.7.3. Determinarea cotelor absolute pe planuri topografice

VII.7.4. Calculul pantei terenului pe planuri topografice

● Obiective U.I. VII

- Cunoașterea normelor tehnice ale desenului cartografic;
- Însușirea regulilor de scriere ale hărților și planurilor topografice;
- Descrierea cadrului hărților și planurilor topografice;
- Cunoașterea dimensiunilor cadrului hărții și planurilor topografice;
- Însușirea elementelor din exteriorul și interiorul cadrului hărții și planurilor;
- Definirea documentelor originale de cartoeditare a planurilor și hărților;
- Însușirea sistemului de numerotare al foilor hărții și planurilor topografice;
- Rezolvarea diferitelor probleme de cartometrie pe hărți și planuri.

VII.1. ELEMENTELE DE BAZĂ ALE SCRIERII CARTOGRAFICE

Hărțile și planurile topografice sunt **reprezentări grafice convenționale**, care din punct de vedere cartografic se execută într-un *sistem de coordonate de referință unic* și pe baza normelor tehnice de întocmire, redactare și editare a documentațiilor cartografice sub formă digitală și/sau analogică. Conținutul hărților și planurilor topografice este format din semnele convenționale ale elementelor reprezentate și din inscripțiile topice și explicative.

Denumirile și titlurile hărți și planurilor se vor înscrie pe baza cerințelor tehnice actuale impuse de modul de redactare al acestor documente cartografice. În acest context se folosește **“scrierea cartografică”**, cu ajutorul căreia se realizează următoarele inscripții ale tuturor elementelor cartografice:

- indicativul sau nomenclatura hărților și planurilor topografice;
- valorile rețelei de coordonate geografice și de coordonate rectangulare;
- elementele din interiorul și din afara cadrului hărții sau planului;
- denumirea punctelor rețelei geodezice de sprijin;
- denumirea localităților și a traseului căilor de comunicație;
- denumirea topică a formelor de relief: *munți, dealuri, câmpii și altele*;
- denumirea și nivelul cursurilor de apă;
- denumirea pădurilor și a altor detalii naturale sau artificiale;
- valorile cotelor absolute ale punctelor rețelei geodezice de bază;

- valorile curbelor de nivel principale;
- lățimea părții carosabile și totale a drumurilor;
- înălțimea, distanța medie și specia de bază a arborilor din păduri.

Pentru scrierea acestor elemente cartografice au fost stabilite o serie de reguli cu privire la folosirea caracterelor de scriere, în raport cu importanța și mărimea acestora și, respectiv, cu scara numerică de raportare.

VII.1.1. Întocmirea portativului scrierii cartografice

În vederea executării corecte a scrierii cartografice se prezintă modul de întocmire a portativului pentru diferite caractere de scriere. Structura portativului scrierii cartografice cuprinde o **rețea de linii longitudinale și transversale**, care asigură construcția grafică corectă a literelor și cifrelor în mod corespunzător cu caracterul de scriere folosit, după cum urmează:

- **liniile longitudinale paralele și echidistante** se trasează în număr de 13 sau de 9, din care **patru** sunt linii principale, care limitează înălțimea literelor majuscule și minuscule, iar celelalte sunt linii auxiliare;

- **liniile transversale paralele și echidistante** se trasează în sensul și cu înclinarea stabilită, care asigură lățimea, grosimea și spațiul necesar pentru construcția grafică corectă a literelor și a cuvintelor.

În funcție de caracterul de scriere (**bloc, bloc filiform, cursiv și roman**), se efectuează construcția grafică a portativului scrierii cartografice, în mod corespunzător cu următoarele dimensiuni ale scrierii cartografice (fig. VII.1):

- h** – înălțimea nominală a scrierii;
- a** – înălțimea literelor minuscule;
- b** – depășirea superioară a literelor minuscule;
- c** – depășirea inferioară a literelor minuscule.

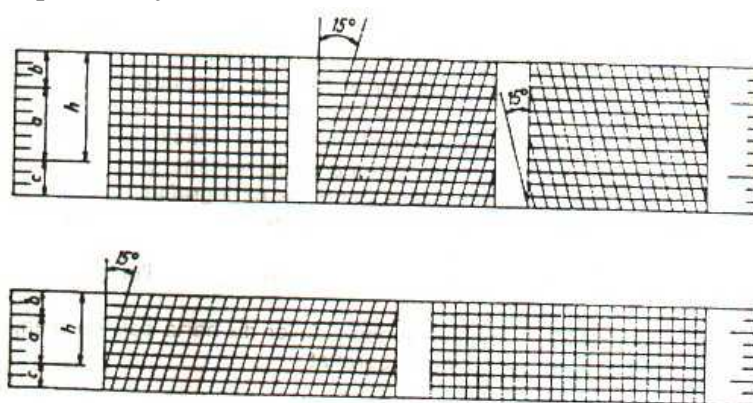


Fig. VII.1 – Portativul scrierii cartografice

VII.1.2. Modul de scriere a literelor și cifrelor

Literele diferitelor caractere de scriere se bazează pe combinația dintre liniile drepte și liniile curbe. Construcția grafică propriu-zisă se bazează pe ovale și bastonașe, cu păstrarea proporțiilor specifice ale caracterului de scriere. Ordinea în care se desenează fragmentele de litere și cifre ale **scrierii bloc** este redată în figura VII.2.

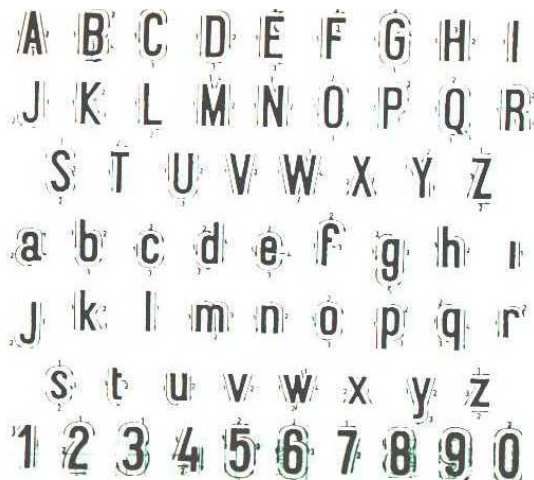


Fig. VII.2 – Modul de desenare a literelor și cifrelor în scrierea bloc

În mod asemănător se desenează literele și cifrele celorlalte caractere de scriere, cu observația că, în cazul **scrierii cursive și romane**, se trasează bazele și racordările respective, după desenarea propriu-zisă a literei.

La fiecare literă se diferențiază indiferent de **caracterul de scriere**, următoarele dimensiuni nominale ale scrierii cartografice respective:

- *Înălțimea nominală (h)* este *înălțimea literelor majuscule*, care pe portativul scrierii (fig. VII.2) reprezintă înălțimea (**a** + **b**). Literele minuscule cu depășire superioară sau inferioară au aceeași înălțime cu literele majuscule, iar cele fără depășire au înălțime egală cu $\frac{2}{3}$ din înălțimea nominală;

- *Lățimea și grosimea literelor* se stabilește pentru fiecare caracter de scriere, în funcție de *înălțimea nominală (h)* și de forma literei;

- *Înclinarea scrierii spre dreapta sau spre stânga* se exprimă în valori unghiulare, față de perpendiculara trasată pe liniile longitudinale ale portativului.

În funcție de caracterul de scriere care se execută sub formă de: *scriere dreaptă la 90°* , *scriere înclinată spre dreapta* sau *scriere înclinată spre stânga* cu valori ale unghiului de înclinare de 15° (fig.VII.2).

VII.1.3. Dimensiunile nominale ale scrierii cartografice

Pentru executarea scrierii cartografice se stabilește, mai întâi, **dimensiunea nominală (h)** sau **înălțimea literei majuscule**, funcție de caracterul de scriere.

De exemplu: **$h = 9$ unități**, pentru caracterul de *scriere bloc și bloc filiform*; **$h = 6$ unități** pentru caracterul de *scriere cursivă și romană* (tabelul VII.1).

Tabelul VII.1

Dimensiunile nominale ale literelor pentru scrierea cartografică

Denumirea elementelor scrierii cartografice		Dimensiunile literelor pentru caracterul de scriere			
		Bloc	Bloc filiform	Cursivă	Romană
Dimensiunea nominală "h" sau înălțimea literei majuscule		9 unități (h)	9 unități (h)	6 unități (h)	6 unități (h)
Înălțimea literelor minuscule	litere fără depășire: a, c, e	6 / 9 h	6 / 9 h	4 / 6 h	4 / 6 h
	litere cu depășire: b, d, g	h	h	h	h
Lățimea literelor majuscule	afară de literele: I, M, W	4 / 9 h	4 / 9 h	3 / 6 h	3 / 6 h
	litera majusculă: I	1 / 9 h	0.1 mm	1 / 6 h	1 / 6 h
	litera majusculă: M	6 / 9 h	5 / 9 h	4 / 6 h	4 / 6 h
	litera majusculă: W	7 / 9 h	8 / 9 h	5 / 6 h	5 / 6 h
Lățimea literelor minuscule	afară de: f, i, j, l, m, t, w	4 / 9 h	4 / 9 h	3 / 6 h	3 / 6 h
	literele: f, j	2 / 9 h	2 / 9 h	2 / 6 h	2 / 6 h
	literele: i, l	1 / 9 h	0.1 mm	2 / 6 h	1 / 6 h
	litera: t	2 / 9 h	0.1 mm	2 / 6 h	2 / 6 h
	literele: m, w	7 / 9 h	8 / 9 h	5 / 6 h	5 / 6 h
Grosimea literelor		1 / 9 h	0.1 mm	1 / 6 h	1 / 6 h

În funcție de **înălțimea nominală a scrierii cartografice (h)** se calculează dimensiunile corespunzătoare pentru înălțimea literelor minuscule, lățimea literelor majuscule, lățimea literelor minuscule și grosimea literelor.

Pe baza **înălțimii nominale a scrierii (h)** se construiește portativul și apoi, se desenează literele în creion și în tuș, conform caracterului de scriere folosit.

VII.2. Scrierea cartografică pe hărți și planuri

Scrierea pe hărți și planuri se diferențiază prin caracterul și dimensiunea nominală a scrierii care se stabilește în funcție de elementele reprezentate. Pentru scrierea cartografică sunt folosite, în prezent, normele standard ale **Organizației Internaționale de Standardizare (ISO)**, care au fost adoptate și de către **Institutul Român de Standardizare (IRS)**. Acest standard este folosit sub denumirea oficială de **STAS ISO 3098/14/1993**. Din punct de vedere practic, au fost folosite pentru realizarea scrierii cartografice și o serie de șabloane, care s-au utilizat împreună cu diferite instrumente speciale de scris.

VII.2.1. Scrierea elementelor de toponimie

În cazul întocmirii și editării hărților și planurilor topografice de bază, de către instituțiile de profil, se aplică normele de scriere prevăzute în atlasele de semne convenționale, funcție de scara de reprezentare și de alte criterii tehnice.

a. Scrierea pe hărți și planuri a denumirii localităților

Denumirea localității de pe hărțile topografice se plasează în mod obișnuit în *partea dreaptă (1)* și aproximativ la mijlocul reprezentării grafice a suprafeței teritoriului considerat, paralel cu latura de sud a hărții sau planului. În cazul când această poziție nu este posibilă, se poate plasa denumirea localității în *partea stângă (2)*, *deasupra (3)* sau *dedesubtul (4)* reprezentării grafice (fig. VII.3).

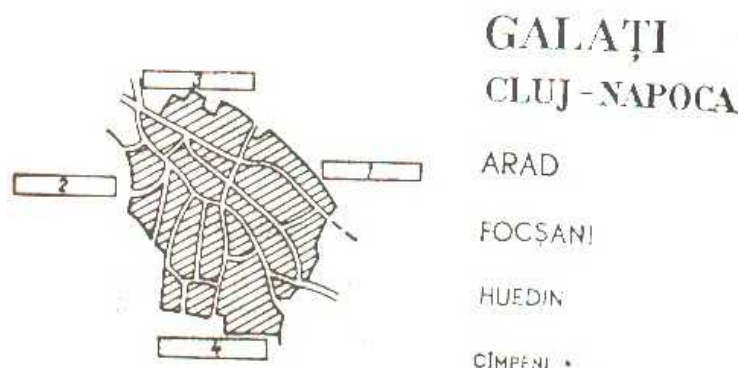


Fig. VII.3 – Scrierea denumirii unei localități pe hărți și planuri

Denumirile cuprinse în interiorul localităților: *cartiere, ansambluri și elemente de clădiri, căi de comunicație, ape și altele*, se scriu în totalitate sau prin selecție, în funcție de scara reprezentării. Denumirea acestor detalii topografice este compusă din numele comun, ce poate fi scris prescurtat și din numele propriu, care nu se prescurtează.

b. Scrierea punctelor geodezice și topografice pe hărți și planuri

Denumirea oficială a **punctelor geodezice** se extrage din inventarul de coordonate al instituțiilor de specialitate, care în funcție de amplasamentul lor se vor scrie cu **numele prescurtat** al forme de relief: *M.* = *munte*; *Dl.* = *deal*; *Mg.* = *măgura*; *Mvl.* = *movilă*; *Obc.* = *obcină*; *Pad.* = *padină*; *Pd.* = *pădure*; *P-na* = *poiana*; *Trec.* = *trecătoare*; *V.* = *vale*; *Zăv.* = *zăvoi*.

Scrierea punctelor geodezice se face paralel cu latura de sud a hărții sau planului și se plasează, la stânga sau deasupra semnului convențional, iar cotele absolute se vor înscrie în partea dreaptă : $\triangle$ *Dl. Dumbrava 425,5*.

Denumirea **punctelor topografice**, se vor înscrie, conform inventarului de coordonate sub formă de fracție, în dreptul semnului convențional prin: *numele* sau *numărul punctului*, la numărător și *cota*, la numitor. Scrierea se face paralel cu latura de sud a planului, evitându-se acoperirea elementelor grafice reprezentate.

De exemplu: **Punct geodezic bornat** $\square \frac{93}{393.3}$.

c. Scrierea formelor de relief pe hărți și planuri

Principalele forme de relief ale terenului: *masiv muntos, formație de dealuri, de podiș, de bazin hidrografic, vale principală, parte de câmpie, de insulă mare* și elementele secundare componente: *culme, creastă, vale secundară, râpă, insulă mică și altele*, se vor înscrie cu denumirile oficiale, ce se vor extrage din documentația cartografică existentă: *hărți, planuri, atlase* etc.

VII.2.2. Scrierea datelor numerice și a inscripțiilor explicative

Pe lângă scrierea denumirii elementelor de planimetrie și altimetrie care formează conținutul hărților și planurilor, conform celor prezentate mai sus, se mai înscriu și o serie de **date caracteristice și explicative**, cu rol de detalieri și înțelegere a elementelor reprezentate, din care, se exemplifică cele de bază.

a. Cotele punctelor și valorile numerice ale curbelor de nivel

Cotele absolute a punctelor rețelei geodezice și altimetrice situate la sol, se înscriu pe hărți și planuri, prin valoarea respectivă a cotei în sistemul de referință folosit. La punctele marcate deasupra suprafeței solului prin: *pilaștri, mărci, clădiri*, se vor înscrie cote, sub formă de fracție, în care la **numărător** se scrie cota marcării deasupra solului, iar la **numitor** se scrie cota la sol (fig. VII.4).

	Măgura $\frac{393,45}{393,45}$	Punct de triangulație
	$\frac{371,47}{371,47}$	Punct de triangulație pe moviță
	$\frac{198,7}{172,3}$	Punct de triangulație pe clădiri
	$\frac{93}{344,91}$	Punct de poligonație sau punct transmis la sol, marcat prin bornă
	$\frac{385,72}{385,2}$	Punct de nivelment din rețeaua de bază, încastrat în borne
	125,4	Punct de detaliu cota
	247,5	Punct cota
	68	Curbă de nivel normală
	70	Curbă de nivel principală
	72	Curbă de nivel normală

Fig. VII.4 – Scrierea valorilor numerice ale cotelor și curbelor de nivel

• **Punctele caracteristice ale terenului** determinate și raportate în poziție planimetrică și nivelitică se reprezintă prin semnul convențional al punctului. În partea dreaptă a acestuia se înscrie *cota normală*, în sistemul oficial de referință al României, cu excepția *cotelor de pe clădiri* sau de pe *borne kilometrice*, unde se înscrie sub formă de fracție și cota absolută față de nivelul solului (figura VII.4).

Dintre categoriile de puncte caracteristice ale elementelor de planimetrie și de altimetrie ale terenului sunt menționate ce mai reprezentative.

- **Puncte de planimetrie cu caracter permanent:** *intersecții și ramificații ale căilor de comunicație, poduri, fântâni, clădiri, intersecții ale cursurilor de apă cu căile de comunicație, confluențele rețelei hidrografice;*

- **Puncte caracteristice ale reliefului terenului:** *vârfuri, creste, mameloane, șei, schimbări de pantă, văi, găvane și altele;*

- **Puncte de detaliu ale ridicării topografice,** care împreună cu toate punctele din rețeaua geodezică de sprijin trebuie să fie reprezentate cu o densitate de până 2-10 puncte pe dm^2 , funcție de scara planului.

• **Valorile numerice ale curbilor de nivel** se scriu, în mod obișnuit pe direcția *curbilor de nivel principale*, în zonele cu teren accidentat și pe direcția *curbilor de nivel normale* în cazul terenurilor slab accidentate, cu o densitate de până la 3-5 valori/ dm^2 . Scrierea propriu-zisă a valorilor numerice se face pentru fiecare curbă de nivel principală sau normală, care se întrerupe în locul de scriere a cotelor numerice ale curbilor de nivel (fig. VII.4).

b Datele caracteristice de bază ale semnelor convenționale

La reprezentarea elementelor topografice de planimetrie și de relief ale terenului, se folosesc, de asemenea, o serie de semne convenționale specifice, care pe lângă forma și dimensiunile grafice sunt însoțite și de o serie de *date caracteristice de bază*, din care, se menționează câteva exemple semnificative:

- **liniile electrice:** *tensiunea curentului în kilovolți (110 kV);*

- **șosele:** *lățimea părții carosabile (8,0 m); lățimea totală (10,5 m) și materialul de acoperire (B), cu următoarea notație pe plan: 8,0 (10,5) B;*

- **poduri:** *materialul de construcție (F); lungimea (140 m); lățimea (11 m) și rezistența la sarcină, în tone (30), cu notația pe planul topografic $F \frac{140-11}{30}$;*

- **tuneluri:** *tun., la numărător înălțimea (6) și lățimea (8) în metri, iar la numitor lungimea în metri, $\left(\text{tun.} \frac{6-8}{45} \right)$ sau $\left(\frac{8}{45} \text{ tun.} \right)$;*

- **vaduri:** *vd.*, (*vad*), la numărător: adâncimea relativă (**0,8**) și lățimea apei (**40**) în metri; la numitor: natura fundului vadului (**T**) și viteza de curgere a apei (**0,5 m/s**), $\left(vd. \frac{0,8 - 40}{T - 0,5} \right)$ sau $\left(vad. \frac{0,8}{T} \right)$;

- **cursuri de apă:** se scrie la numărător lățimea în metri, la numitor adâncimea relativă a apei în metri și natura fundului $\left(\frac{32}{-2,5T} \right)$, iar între liniile de mal, se indică prin săgeți, **direcția de curgere a apei și viteza (0,2 m/s)**;

- **păduri:** se scrie la numărător înălțimea medie a arborilor în metri, la numitor, diametrul mediu, care se completează, cu semnul convențional pentru specia de bază (*brad, frasin*) și cu distanța medie între arbori, $\left(brad \frac{20}{0,35} 5 \right)$;

- **elementele formelor de relief naturale și/sau artificiale:** *mobile, gropi, viroage, râpe, rambleuri, debleuri, diguri*, se indică, în general, prin cota relativă față de suprafața solului în metri (**1; 2**) și (**2; 4**).

c. Inscripțiile explicative ale semnelor convenționale

În atlasele de semne convenționale folosite la redactarea planurilor și hărților topografice sunt prevăzute elementele topografice, la care, se scriu explicații sub formă prescurtată, din care, se prezintă următoarele notații de bază:

- **Asfalt**, folosit ca material de acoperire a drumurilor **As.**
- **Beton**, material pentru construcția podurilor **B**
- **Bulevard**, folosit înaintea numelui propriu **Bd.**
- **Cartier**, înaintea numelui propriu **CART.**
- **Castel de apă** **c. apă**
- **Cătun**, pe lângă denumirea proprie **căt.**
- **Deal**, înaintea numelui propriu **Dl.**
- **Depozit cereale** **dpz. cer.**
- **Depozit legume** **dpz. leg.**
- **Gară**, înaintea numelui propriu **Gr.**
- **Izvor**, înaintea numelui propriu **Izv.**
- **Kilovolt** **kV**
- **Macadam**, material de acoperire a drumurilor **Mc.**
- **Magazie, șopron, hambar** **mag.**
- **Monument istoric** **M.I.**
- **Movilă**, înaintea numelui propriu **Mvl.**

- **Obcină**, înaintea numelui propriu **Obc.**
- **Observator astronomic** **Obs. astr.**
- **Piatră**, material de construcție a podurilor **P.**
- **Pârâu**, înaintea numelui propriu **Pr.**
- **Râu**, pe lângă denumirea proprie **R. sau r.**
- **Stație meteorologică**, înaintea numelui propriu **St. meteor.**
- **Șosea**, înaintea numelui propriu **Șos.**
- **Vârf**, pe lângă denumirea proprie **vf.**

VII.3. FORMATUL CADRULUI HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

Cadrul hărților și planurilor topografice întocmite și redactate pe trapeze geodezice este delimitat pe direcția punctelor cardinale de proiecția celor două paralele de sud și de nord și a celor două meridiane, de vest și de est.

Hărțile și planurile topografice sunt reprezentări grafice convenționale, ale elementelor de planimetrie și de relief ale suprafeței terestre redată în mod generalizat sau detaliat, funcție de scara de raportare și de alte cerințe. Numărul scărilor numerice folosite pentru reprezentarea unei porțiuni din suprafața terestră poate să fie nelimitat, dar dintre acestea se folosesc, în mod obișnuit, numai **scările de bază ale hărților și planurilor**, denumite și scări standard.

VII.3.1. Dimensiunile trapezelor pe latitudine și pe longitudine

În vederea asigurării unei legături ușoare între hărțile și planurile topografice întocmite pe trapeze între anii **1950-1975**, în *proiecția Gauss-Krüger* și cele realizate începând cu anul **1975** în *proiecția stereografică –1970*, s-a păstrat același format al trapezelor în dimensiuni stabilite în funcție de coordonatele geografice pe latitudine și longitudine, excepția foilor de plan la scara 1 : 2 000.

Cadrul interior al formatului hărților și planurilor care se redactează pe trapeze la **scările de bază egale sau mai mici cu scara de 1 : 2 000**, se stabilește în funcție de *diferența pe latitudine ($\Delta\varphi^0$)* și de *diferența pe longitudine ($\Delta\lambda^0$)* dintre coordonatele geografice ale colțurilor trapezului considerat.

Din punct de vedere practic, **cadrul interior** este determinat de cele două **arce de paralel** pentru *laturile de nord și de sud* și de cele două **arce de meridian** pentru *laturile de vest și de est* ale unui trapez geodezic. Din intersecția arcelor de paralel și de meridian rezultă dimensiunile cadrului interior pe latitudine și longitudine corespunzătoare unei scări numerice (tabelul VII.2).

Tabelul VII.2

Dimensiunile cadrului interior a trapezelor pe latitudine și longitudine

Scara numerică	Dimensiunile cadrului interior		Denumirea proiecției cartografice
	pe latitudine ($\Delta\phi^0$)	pe longitudine ($\Delta\lambda^0$)	
1 : 2 000	25",00	37",50	Gauss-Krüger
	37",50	56",25	Stereografică 1970
1 : 5 000	1' 15"	1' 52",5	Gauss-Krüger Stereografică - 1970
1 : 10 000	2' 30"	3' 45"	
1 : 25 000	5' 00"	7' 30"	
1 : 50 000	10' 00"	15' 00"	
1 : 100 000	20' 00"	30' 00"	
1 : 200 000	40' 00"	1° 00' 00"	
1 : 500 000	2° 00' 00"	3° 00' 00"	
1 : 1 000 000	4° 00' 00",00	6° 00' 00",50	

VII.3.2. Dimensiunile grafice ale laturilor și aria trapezelor geodezice

În funcție de latitudinea zonei geografice a teritoriului cadastral, pentru care, se redactează originalul foilor de plan și de hartă, la *scările numerice de bază* ale acestor documente: **1 : 5 000; 1 : 10 000; 1 : 25 000**, se prezintă *dimensiunile geografice* ($\Delta\phi^0 \times \Delta\lambda^0$) și *grafice* ($a \times b$) ale laturilor trapezelor (tabelul VII.3).

Tabelul VII.3.

Dimensiunile grafice ale laturilor și aria trapezelor geodezice

Scara numerică	Latitudinea geografică	Dimensiunile geografice și grafice ale laturilor trapezului				Suprafața trapezului geodezic
		$\Delta\phi$	$\Delta\lambda$	a	b	
	0' , "	' , "	' , "	mm	mm	ha
1 : 5 000	44 00 00	1 15	1 52,5	500,9	463,0	580,3200
	46 00 00			483,8	463,1	560,6800
	48 00 00			466,0	463,3	540,3350
1 : 10 000	44 00 00	2 30	3 45	500,9	463,0	2 321,6900
	46 00 00			483,8	463,1	2 243,1400
	48 00 00			466,0	463,3	2 161,7700
1 : 25 000	44 00 00	5 00	7 30	400,8	370,3	9 286,7600
	46 00 00			387,0	370,5	8 972,5600
	48 00 00			372,8	370,6	8 647,0800

Din analiza datelor redată în *tabelul VII.3.* se observă că, *formatul foilor de plan și de hartă* cu aceleași dimensiuni în valori geografice ($\Delta\phi^0$ și $\Delta\lambda^0$), variază de la sud către nord. Astfel, se observă modificarea corespunzătoare a dimensiunilor liniare ale laturilor și ale suprafeței trapezelor, în sensul micșorării acestora de la sud spre nord, datorită creșterii unghiului de convergență a meridianelor.

Exemplu numeric: În cazul **foilor de plan la scara 1 : 5 000**, întocmite pentru zonele geografice cu *latitudinea medie de 44^0* , dimensiunile medii ale laturilor trapezului sunt de $463,0 \times 500,9 \text{ mm}$, iar pentru zonele cu *latitudinea medie de 48^0* sunt de $463,3 \times 466,0 \text{ mm}$. În mod corespunzător se modifică și aria trapezului, care de la valoarea de $580,3200 \text{ ha}$, scade până la $540,3350 \text{ ha}$.

Planurile topografice care se redactează la scări mai mari 1 : 2 000, se întocmesc, în mod obișnuit, pe **formate de desen** cu lungimea de $50 \times 50 \text{ cm}$ sau pe alte formate standardizate. În cazul acestor planuri, **cadrul interior** este determinat de *caroiajul kilometric*, funcție de scara numerică. Cadrul suprafeței utile se trasează cu linie continuă, unde baza formatului este dată latura de sud.

Pe suprafața grafică a planurilor întocmite la scările 1 : 1 000 și 1 : 500 se trasează caroiajul rectangular pe toată suprafața planului până la cadrul ornamental, la intervale de câte 100 mm , care se măsoară începând de la laturile cadrului interior al suprafeței utile, ceea ce reprezintă 100 m , la scara 1 : 1 000 și 50 m , la scara 1 : 500.

VII.4. ELEMENTELE HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

Elementele bazei matematice a hărților și planurilor topografice sunt redacte prin: *proiecția cartografică, cadrul hărții și/sau planului, scara numerică, sistemul de împărțire în foi de hartă sau de plan și nomenclatura.*

VII.4.1. Cadrul hărților și planurilor topografice

În baza normelor de întocmire ale hărților și planurilor pe trapeze geodezice, se prezintă **elementele cadrului hărții**, redactate în *proiecția Gauss-Krüger și în proiecția stereografică – 1970*. Cadrul hărții și/sau planurilor cuprinde: **cadrul interior (1), cadrul geografic (2), cadrul ornamental (3) și inscripții** (fig. VII.5).

1. Cadrul interior, se obține prin raportarea coordonatelor rectangulare plane (X, Y), ale colțurilor trapezului foi de hartă sau de plan. Cele patru puncte raportate se trasează grafic cu linie subțire neagră. Se verifică modul de raportare a celor patru colțuri, prin măsurarea lungimii laturilor (**a_N**; **a_S**; **b**) și a diagonalei trapezului (**d**). Rezultatele obținute se compară cu cele determinate prin calcul în funcție de coordonatele rectangulare, în **limitele unei erori de $\pm 0,1 \dots \pm 0,2 \text{ mm}$** .

După verificare raportării, se unesc cel patru colțuri ale foi de hartă sau de plan cu **linie continuă cu grosimea de $0,1 \text{ mm}$** , ce se prelungește spre exterior, în afara colțurilor pe o **distanță grafică de 10 mm** , în vederea construirii cadrului geografic și a cadrului ornamental. Din punct de vedere practic, cadrul interior al hărții sau planului delimitează suprafața cartografiată.

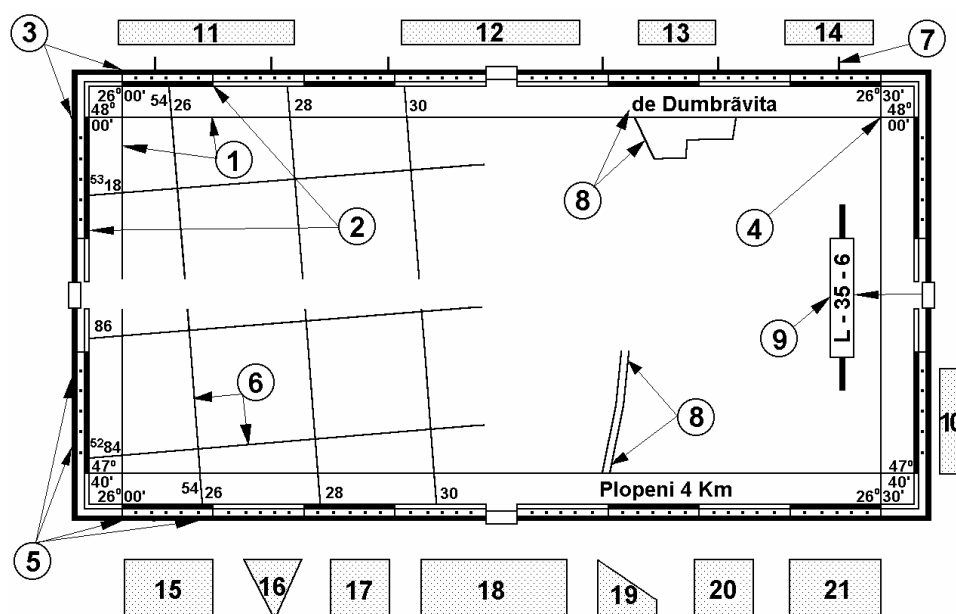


Fig. VII.5 – Elementele cartografice ale cadrului hărții și planurilor topografice

2. **Cadrul geografic** reprezintă dimensiunile grafice ale trapezului pe latitudine și pe longitudine, fiind format din imaginile plane ale arcelor de paralele și de meridiane, care delimitează în planul proiecției cartografice suprafața unui trapez. Trasarea cadrului geografic al hărții se face prin **linie dublă**, cu intervalul de 1 mm și cu grosimea de 0,1 mm, la o **distanță de 8 mm** de cadrul interior.

Pe lungimea cadrului geografic se marchează prin **segmente alternative lungimea grafică** de valoarea **unui minut sau a unei părți de minut**, pe latitudine și pe longitudine. Linia dublă se înneștește, pe intervale de câte un minut, în mod alternativ, începându-se cu **negru** pentru **valorile pare** ale coordonatelor geografice ($\varphi = 47^{\circ}40'$ și $\lambda = 26^{\circ}00'$) ale colțului de sud-vest al trapezului.

Exemplu: Pentru latitudinea $\varphi = 47^{\circ}40'$, se înneștește primul segment de un minut de pe verticala colțului de sud-vest al trapezului. În mod asemănător, pentru longitudinea de $\lambda = 26^{\circ}00'$, se înneștește primul segment de un minut de pe latura din partea dreaptă a colțului de sud-vest al trapezului considerat.

3. **Cadrul ornamental** se trasează în afara cadrului geografic printr-o **linie continuă de 1 mm grosime**, la o distanță de 1 mm de cadrul geografic și, respectiv, de 9 mm de cadrul interior al hărții sau planului. Pe mijlocul celor patru laturi ale cadrului geografic și ale cadrului ornamental al hărții sau planului se lasă un spațiu liber, în care se va scrie nomenclatura trapezelor vecine.

VII.4.2. Elementele din interiorul cadrului hărților și planurilor

În spațiul cuprins între cadrul interior al hărții sau planului raportat din coordonate și cadrul ornamental se desenează și se scriu elementele și inscripțiile redate în figura VII.5., prin următoarele numere de ordine: **4, 5, 6,..., 10.**

4. Coordonatele geografice (φ , λ) ale celor patru colțuri ale trapezului se vor scrie în spațiul dintre cadrul interior și cadrul geografic, *în grade, minute, secunde și părți de secunde, în sistemul de gradație sexagesimală*, funcție de scara de reprezentare a foi de hartă sau de plan.

Exemplu: Pentru *punctele 1 și 2* ale colțurilor trapezului (fig. VII.5.), se scrie *latitudinea* sub forma de fracție ($\frac{48^0}{00'}$), pe linia orizontală a cadrului interior.

Longitudinea punctului 1 (26°00') și a *punctului 2 (26°30')* se scrie în spațiul din stânga liniei verticale a cadrului interior (26^0) și în dreapta ($30'$).

5. Rețeaua coordonatelor geografice divizată în secunde se marchează pe cadrul geografic prin *puncte* pe *lungimea grafică* a segmentului de un minut pa latitudine și pe longitudine, în spațiul dintre cadrul geografic și ornamental.

În funcție de scara hărții sau planului, *lungimea grafică* corespunzătoare unei valori de *un minut* de latitudine sau de longitudine, se *împarte din 10" în 10"* sau din *20" în 20"* la scările: 1 : 10 000; 1 : 25 000; 1 : 50 000 și 1 : 100 000 și din *5" în 5"* la scara 1 : 5 000.

Exemplu: Pentru *punctul de sud-vest* al trapezului la scara 1 : 100 000, de *coordoanate geografice* $\varphi = 47^040'$ și $\lambda = 26^000'$, s-a efectuat împărțirea din *10" în 10"*, obținându-se pe latitudine punctele: $47^040'10''$; $47^040'20''$; ...; $47^040'50''$, iar pe longitudine, punctele: $26^000'10''$; $26^000'20''$; ...; $26^000'50''$ (fig. VII.5.).

6. Rețeaua rectangulară sau caroiajul kilometric denumită și rețeaua geometrică este formată dintr-un *sistem de linii paralele* cu axele sistemului de coordonate (XX' și YY') al proiecției cartografice utilizate.

Rețeaua rectangulară se trasează prin *linii continue* cu grosimea de **0,1 mm** pe *întreaga imagine a hărților* redactate la următoarele scări 1:25 000; 1:50 000; 1:100 000 și 1:200 000 și numai în *spațiul grafic* dintre *cadrul interior* și cel *geografic*, în cazul *foilor de plan*, la scările 1:10 000; 1:5 000 și 1:2 000.

Lungimea grafică a laturilor rețelei rectangulare este de **10 cm**, în cazul scărilor 1:2 000 (**0,2 x 0,2 km**); 1:5 000 (**0,5 x 0,5 km**) și 1:10 000 (**1,0 x 1,0 km**) și respectiv, de **2 cm**, pentru scările 1:25 000 (**1,0 x 1,0 km**); 1:50 000 (**1,0 x 1,0 km**); 1:100 000 (**2,0 x 2,0 km**); 1:200 000 (**4,0 x 4,0 km**) și 1:500 000 (**10,0 x 10,0 km**).

Valorile numerice ale caroiajului rectangular sau kilometric, se înscriu în spațiul dintre cadrul interior și cel geografic, prin grupe de **patru cifre**, în cazul *proiecției Gauss* și de **trei cifre**, pentru *proiecția stereografică – 1970*.

Între aceste cifre, care se stabilesc în funcție de coordonatele rectangulare ale colțurilor trapezului, în limitele unei rotunjiri de **0,2 km** (scara 1 : 2 000); **0,5 km** (scara 1 : 5 000); **1,0 km** (scara 1 : 10 000); ...; **2,0 km** (scara 1 : 100 000), se înscriu pe laturile caroiajului ultimele două cifre ale kilometrilor întregi sau cu o zecimală.

Exemplu: Pentru foia de hartă la scara **1 : 100 000** redactată în proiecția Gauss se vor înscrie pe **liniile orizontale** ale caroiajului, de jos în sus, următoarele valori: 5284, 86, 88, 90, ..., 5300; 5302; ...; 5318, iar pe **liniile verticale**, în sensul de la stânga spre dreapta valorile: 5426, 28, 30, 32, ..., 58, 5460 (fig.VII.5).

7. Rețeaua rectangulară a fusului vecin, se trasează în cazul hărților și planurilor întocmite în *sistemul de proiecție Gauss-Krüger*, prin segmente trasate în sens perpendicular pe cadrul ornamental cu lungimea de 1 mm. În dreptul acestor segmente, se vor înscrie pe laturile cadrului hărții, valorile caroiajului kilometric din foile vecine, care sunt situate până la o diferență de longitudine de 2^0 față de meridianul marginal al celor două fuse vecine de 6^0 pe longitudine.

8. Inscriptiile dintre cadrul interior și cadrul geografic se referă la evidențierea limitelor de hotar, de planimetrie și de altimetrie, care se continuă și în foile vecine de pe cele patru laturi ale cadrului, fiind menționate:

- denumirea țărilor situate de o parte și de alta a frontierei de stat;
- denumirea teritoriilor județelor, a municipiilor, a orașelor și a comunelor situate de o parte și de alta a limitei de hotar;
- denumirea localităților reprezentate cartografic pe mai multe foi, ce nu sunt înscrise pe foaia respectivă sau în titlul hărții sau planului, care se nominalizează în spațiul grafic de prepoziția „de” **Exemplu: de Dumbrăvița** (fig.VII.5);
- denumirea localităților spre care se îndreaptă căile de comunicație și distanțe în kilometri până la aceste localități. **Exemplu: Plopeni 4 Km** (fig.VII.5);

9. Nomenclatura foilor vecine, se înscrie în spațiul de la mijlocul celor patru laturi ale cadrului hărții sau planului, unde se rezervă lungimea grafică necesară în funcție de denumirea codului nomenclaturii (L-35-36).

10. Elementele conținutului hărții, reprezentate schematic, se referă la unele detalii planimetrice din zonele limitrofe frontierelor de stat, ce se înscriu în afara cadrului, pe latura de est a hărții. Pe **spațiul grafic dintre cadrul interior și cadrul geografic**, se folosește **scrierea bloc filiform** pentru toate inscripțiile.

VII.4.3. Elementele din exteriorul cadrului hărților și planurilor

În exteriorul cadrului hărții sau planului se reprezintă grafic și se înscriu, o serie de elemente cartografice referitoare la baza matematică a hărții și, respectiv, asupra reprezentării planimetriei și altimetriei terenului.

- Deasupra **laturii de nord a cadrului ornamental al hărții**, se înscriu elementele redată în figura VII.5., prin următoarele numere: **11, 12, 13, 14**.

11. Denumirea proiecției cartografice, a sistemului de referință pentru cote normale și a **teritoriului** reprezentat pe foaia de hartă sau de plan.

12. Nomenclatura și titlul hărții sau al planului topografic. Titlul hărții a fost reprezentat de denumirea unei localități din cuprinsul hărții sau de denumirea unei forme de relief reprezentative din regiunea cuprinsă pe hartă.

13. Codul numeric folosit pentru evidența automatizată a hărții.

14. Caracterul hărții / planului (nesecret, secret de serviciu, secret).

- Sub **latura de sud a cadrului ornamental** se desenează și se înscriu următoarele elementele: **15, 16, 17, 18, 19, 20, 21** (fig. VII.5.).

15. Valorile declinației magnetice, a unghiului mediu de convergență a meridianelor și a valorii abaterii medii a acului magnetic, față de rețeaua rectangulară sau kilometrică a hărții.

16. Schema sau schița declinației magnetice, a convergenței medii a meridianelor și abaterii medii a acului magnetic, față de rețeaua rectangulară, cu înscrierea valorilor numerice ale acestora.

17. Schema și dimensiunile trapezului: *laturile și diagonala*, se vor înscrie în centimetri cu două zecimale, iar *suprafața* în hectare cu patru zecimale.

18. Scara numerică, cu precizarea valorii unui centimetru de pe hartă sau plan și lungimea corespunzătoare de pe teren, **scara grafică simplă**, numele editorului și anul editării documentului cartografic.

19. Scara pantelor sau schema pantelor se întocmește pentru echidistanța curbelor de nivel normale și principale, iar sub aceasta se înscrie valoarea numerică a echidistanței curbelor de nivel normale.

20. Schema frontierelor de stat și a limitelor de hotar ale teritoriilor județene, municipale, orașenești și comunale.

21. Indicații redacționale referitoare la întocmirea originalului de editare și de autor al hărții sau planului, a originalului de editare și a tipăririi foilor de hartă și de plan cu menționarea metodelor folosite pentru ridicarea topografică și pentru cartoeditarea documentului cartografic.

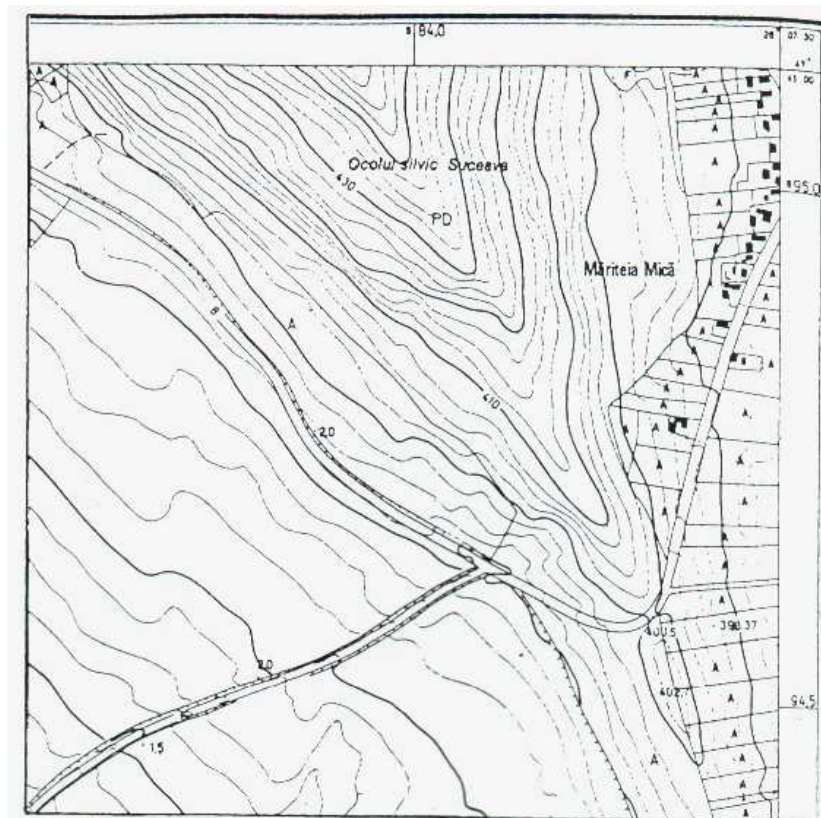
VII.5. CARTOEDITAREA PLANURILOR ȘI HĂRȚILOR

Cartoeditarea clasică a planurilor și hărților s-a executat, pe baza procedeuului de gravare în straturi aplicate pe folii din material plastic transparent nedeformabil atât pentru *originale de teren* cât și pentru *originalele de editare*.

VII.5.1. Cartoeditarea planului topografic de bază

Reprezentarea unitară și omogenă a teritoriului unei unități administrativ – teritoriale se realizează prin întocmirea și redactarea **planului topografic de bază**.

În procesul de imprimare și editare a *planului topografic de bază* se execută, mai întâi, **cele trei folii cu strate de gravare** pentru: *planimetrie și scriere*, *hidrografie*, *nivelmentul*. Pe baza celor trei folii cu strate de gravare se editează planul topografic de bază în două culori (fig. VII.6).



1 : 5 000

1 cm pe plan = 50 m pe teren

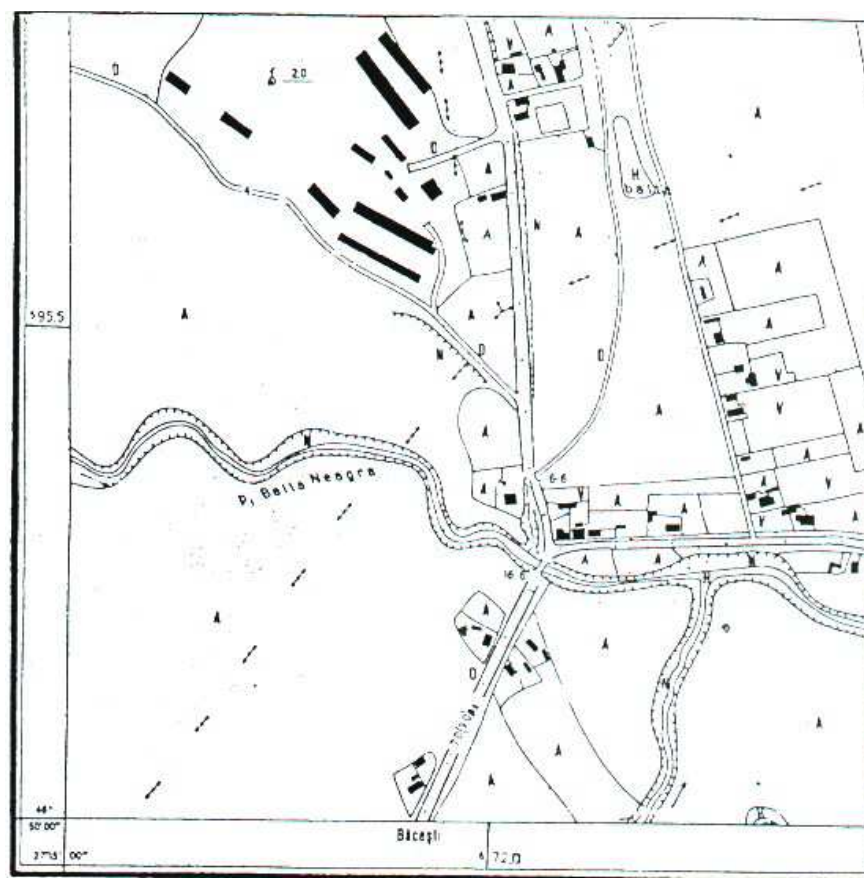
Echidistanța curbelor de nivel normale = **2,50 m**

Fig. VII.6 – Fragment din planul topografic de bază, la scara 1:5 000

VII.5.2. Cartoeditarea planului cadastral de bază

Planul cadastral de bază denumit și plan topo-cadastral constituie un produs derivat din planul topografic de bază, care conține următoarele două straturi tematice: *planimetrie și scriere, hidrografie*. Cartoeditarea clasică a planului cadastral de bază, s-a efectuat, cu ajutorul formelor de tipar a celor două originale de teren menționate mai sus. Totodată, pe un număr de 2-3 exemplare, s-a editat planul cadastral de bază și pe un material nedeformabil, care s-a utilizat la calculul mecanic al suprafețelor pe unități administrativ-teritoriale (fig. VII.7).

Schema cartoeditării planului topografic de bază și al planului cadastral este reglementată printr-o tehnologie concepută de *Centrul Național de Geodezie, Cartografie, Fotogrammetrie și Teledetecție, București*.



1 : 5 000

1 cm pe plan = 50 m pe teren

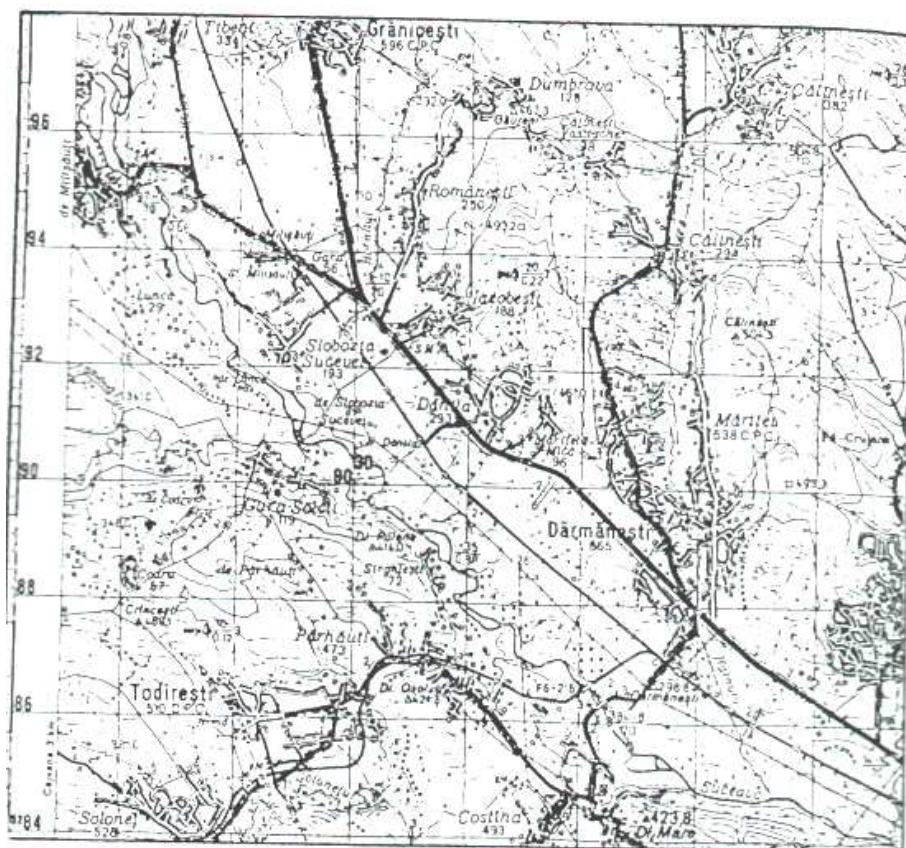
Fig. VII.7 – Fragment din planul cadastral de bază, la scara 1:5 000

VII.5.3. Cartoeditarea hărții topografice de bază

În procesul de cartoeditare analogică a *hărții topografice de bază* se procedează, în mod asemănător, cu cele menționate la **paragraful VII.5.1.**, dar cu utilizarea mai multor originale de teren și de editare. Din punct de vedere principal se menționează faptul că se efectuează o selectare și o generalizare a elementelor de conținut, în funcție de scopul și destinația hărții.

Elementele de planimetrie, se reprezintă pe *hărțile topografice de bază*, cu ajutorul *semnelor convenționale și/sau al culorilor* în mod generalizat, în funcție de forma, dimensiunile și densitatea lor din teritoriul considerat.

Relieful terenului se reprezintă prin metoda curbelor de nivel cu echidistanța numerică a curbelor de nivel normale, care se stabilește în funcție de gradul de înclinare al terenului și de scara hărții topografice de bază (fig. VII.8).



1 : 100 000

1 cm pe hartă = 1 000 m pe teren

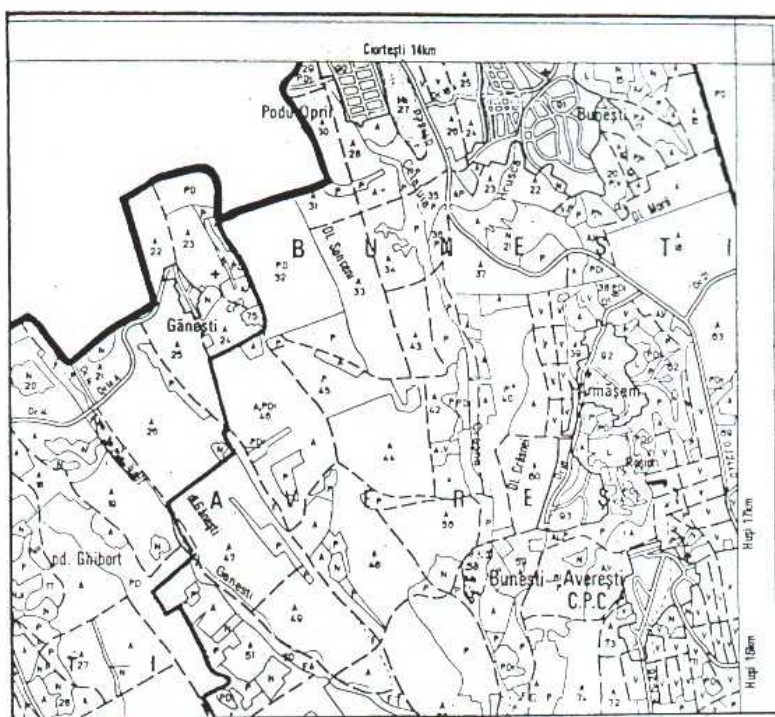
Fig. VII.8 – Fragment al unei hărți topografice de bază, la scara 1:100 000

VII.5.4. Cartoeditarea hărții cadastrale de bază

În lucrările de introducere a sistemului unitar de cadastru și carte funciară pe unitățile administrativ-teritoriale se realizează pe lângă planul cadastral de bază și *harta cadastrală de bază* denumită și plan cadastral de ansamblu.

Ca reprezentare tematică *harta cadastrală de bază la scara 1:50 000* cuprinde următoarele elemente cadastrale de sinteză, din cadrul unei unități administrativ-teritoriale: *hotarele administrative, limitele intravilanelor, căile de comunicație, rețeaua hidrografică, categoriile de folosință ale terenurilor agricole și neagricole, categoriile de proprietari și/ sau de posesori* (fig. VII.9).

Prin racordarea *foilor hărții cadastrale la scara 1 : 50 000*, se obține harta sau planul de ansamblu, care trebuie să conțină următoarele elemente: *denumirea unității administrativ teritoriale; scara de întocmire; schema de racordare a foilor de hartă componente*. Din însumarea suprafețelor reprezentate pe foile hărții cadastrale de bază, rezultă *suprafața totală a unității administrativ-teritoriale*, care a făcut obiectul introducerii lucrărilor de cadastru și carte funciară.



1 : 50 000

1 cm pe hartă = 500 m pe teren

Fig. VII.9 – Fragment al unei hărți cadastrale de bază, la scara 1:50 000

VII.6. NOMENCLATURA FOILOR HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

Reprezentarea grafică a unei porțiuni din suprafața terestră se face pe mai multe foi pe hartă sau de plan. Pentru *identificarea foilor hărții și planurilor* editate în *proiecția Gauss-Krüger* și în *proiecția Stereografică-1970*, s-a folosit un sistem de numerotare format din litere și cifre și poartă denumirea de **nomenclatură**.

VII.6.1. Nomenclatura foilor hărții internaționale la scara 1 : 1 000 000

S-a stabilit în funcție de împărțirea convențională a *suprafeței Pământului*, în mod unitar, pe **zone** de câte 4° în *latitudine* și **fuse** de câte 6° în *longitudine*.

Prin trasarea de **paralele** începând de la *Ecuator* spre nord și spre sud până la **paralelul de $+88^{\circ}N$** și, respectiv, **$-88^{\circ}S$** au rezultat zone sferice de câte 4° în latitudine, care s-au numerotat cu literele **A, B, C, ... U, V**. Zona sferică **A** este cuprinsă între Ecuator și 4° în latitudine, zona **B** între 4° și 8° ș.a.m.d.

Prin trasarea de **meridiane din 6° în 6° pe longitudine** au rezultat **60 fuse geografice** care s-au numerotat de la 1 la 60 începând de la meridianul de 180° , (opusul meridianului Greenwich) în sensul de la vest către est. Din împărțirea pe **zone și fuse geografice** au rezultat câte **1 320 trapeze**, la scara 1 : 1 000 000 pentru fiecare emisferă de nord și de sud a globului terestru (fig. VII.10).

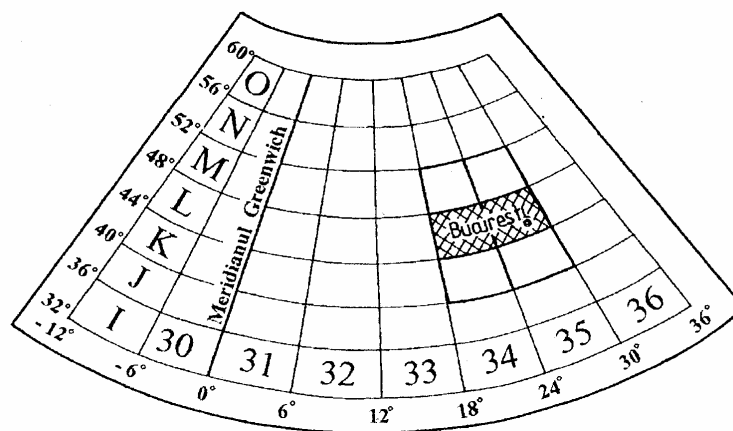


Fig. VII.10 – Nomenclatura foilor hărții internaționale la scara 1 : 1 000 000

Teritoriul României este situat în **trei zone geografice de câte 4° latitudine (K, L, M)** și în **două fuse geografice de câte 6° longitudine (34 și 35)**. Foile de hartă la scara 1 : 1 000 000, se numerează printr-o literă, care definește zona și printr-un număr care indică fusul geografic. În funcție nomenclatura foilor de hartă la scara 1:1 000 000, România este cuprinsă în totalitate în trapezele **L-34** și **L-35** și parțial, în trapezele **K-34** și **K-35 la sud** și trapezele **M-34** și **M-35 la nord**.

VII.6.2. Nomenclatura foilor hărții la scările

1 : 500 000, 1 : 200 000 și 1 : 100 000

Sistemul de numerotare al foilor de hartă la scările 1 : 500 000; 1 : 200 000 și 1 : 100 000, se obține pornindu-se de la trapezul de bază la scara 1 : 1 000 000 cu *dimensiunile de 4° în latitudine și 6° în longitudine*.

• Pentru foile de hartă la scara 1 : 500 000, trapezul la scara 1 : 1 000 000 se împarte în patru părți (2 x 2), cu *dimensiunile de 2° x 3°*, iar fiecare trapez se numerează cu literele **A, B, C, D**, de la vest la est și de la nord spre sud. Nomenclatura unei foi de hartă la scara 1:500 000 este formată din titlul trapezului la scara 1 : 1 000 000, la care se adaugă litera zonei: **L-35-A**. (fig. VII.11).

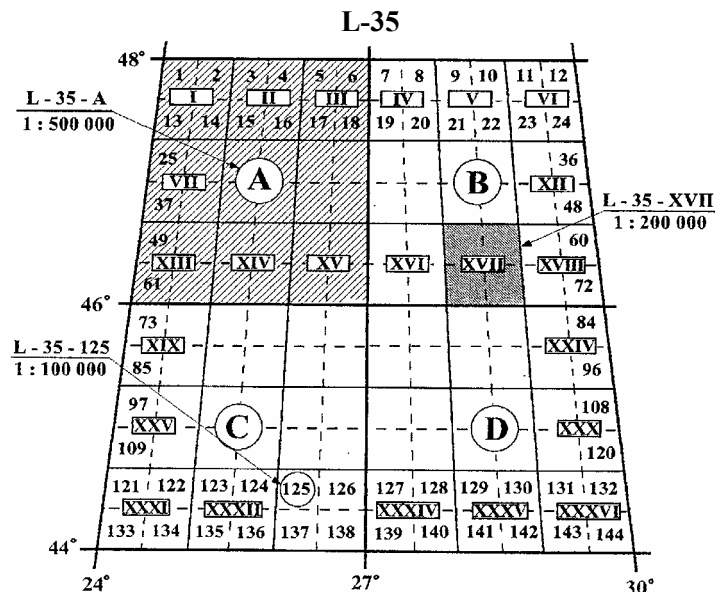


Fig. VII.11 – Nomenclatura hărții la scările 1 : 500 000; 1 : 200 000 și 1 : 100 000

• Pentru foile de hartă la scara 1 : 200 000, trapezul la scara 1 : 1 000 000 se împarte în 36 părți (6 x 6), cu *dimensiunile de 40' x 1°*, iar fiecare trapez se numerează cu cifrele romane I, II, III, ... , XXXVI de la vest spre est și de la nord spre sud. Nomenclatura unei foi de hartă se compune din titlul trapezului la scara 1:1 000 000, la care se adaugă cifra romană a zonei **L-35-XVII**. (fig. VII.11).

• Pentru foile de hartă la scara 1 : 100 000, trapezul la scara 1 : 1 000 000 se împarte în 144 părți (12 x 12), cu *dimensiunile de 20' x 30'*, iar fiecare trapez se numerează cu cifrele arabe: 1, 2, 3, ..., 144. Nomenclatura unei foi de hartă se compune din titlul trapezului la scara 1 : 1 000 000, la care se adaugă cifra arabă a zonei considerate **L-35-125-București**. (fig. VII.11).

VII.6.3. Nomenclatura foilor de hartă la scările 1 : 50 000 și 1 : 25 000

Pentru stabilirea indicativului sau nomenclaturii foilor de hartă la scara 1 : 50 000, s-a considerat *foaia de bază sau trapezul la scara 1 : 100 000*, cu dimensiunile de *20' pe latitudine și 30' pe longitudine*.

- Nomenclatura foilor de hartă la *scara 1 : 50 000* se obține prin împărțirea unei foi de hartă la *scara 1 : 100 000* în patru părți (2 x 2) de câte *10' pe latitudine și 15' pe longitudine*. Cele patru foi de hartă obținute pentru *scara 1 : 50 000* se notează cu *primele patru litere majuscule ale alfabetului latin (A, B, C, D)* de la vest spre est și de la nord spre sud. Nomenclatura unei hărți la *scara 1 : 50 000* se compune din titlul foi de bază (**L-35-125**) la care se adaugă una din cele patru litere ale zonei considerate: **L-35-125-A** (fig. VII.12).

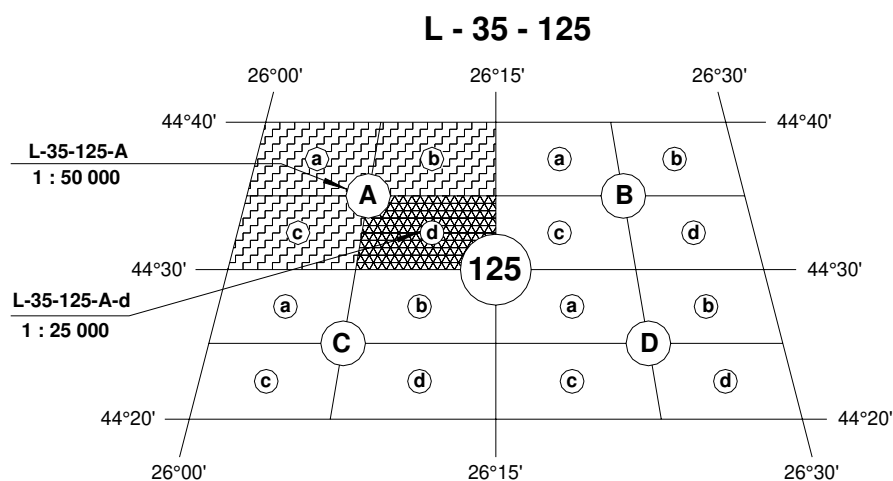


Fig. VII.12 – Nomenclatura foilor de hartă la scările 1 : 50 000 și 1 : 25 000

- Nomenclatura foilor de hartă la *scara 1 : 25 000* se obține prin împărțirea unei foi de hartă la *scara 1 : 50 000* în patru părți (2 x 2) de câte *5' pe latitudine și 7' 30" pe longitudine*. Cele patru foi de hartă nou formate se notează cu *primele patru litere minuscule ale alfabetului latin (a, b, c, d)* de la vest spre est și de la nord spre sud. Indicativul hărților la *scara 1 : 25 000* rezultă din titlul foi de bază la *scara 1 : 50 000*, la care se adaugă una din cele patru litere menționate mai sus.

Indicativul sau nomenclatura hărților topografice la *scara 1 : 25 000* se compune din titlul foi de bază considerate (**L-35-125-A**), la *scara 1 : 50 000*, la care se adaugă una din literele menționate (**a, b, c, d**) ale zonei geografice reprezentate: **L-35-125-A-d** (fig. VII.12).

VII.6.4. Nomenclatura foilor de plan la scările 1 : 10 000, 1 : 5 000 și 1 : 2 000

Pentru determinarea indicativului *planurilor topografice întocmite și redactate la scările 1 : 10 000, 1 : 5 000 și 1 : 2 000*, s-a folosit foaia de hartă la scara 1 : 100 000, care, mai întâi, a fost împărțită în foi de hartă la scara 1 : 50 000 și 1 : 25 000.

● **Nomenclatura foilor de plan la scara 1 : 10 000** s-a obținut din împărțirea unei foi de hartă la scara 1 : 25 000 în 4 părți (2 x 2) cu dimensiunile de **2'30" pe latitudine și 3'45" pe longitudine**. Fiecare trapez obținut s-a notat cu cifrele arabe **1, 2, 3, 4** de la vest spre est și de la nord spre sud.

Indicativul planului topografic la scara 1 : 10 000 se compune din titlul hărții de bază *la scara 1:25 000 (L-35-125-A-d)*, la care se adaugă una din cifrele arabe de mai sus pentru zona considerată, **L-35-125-A-d-1** (fig. VII.13).

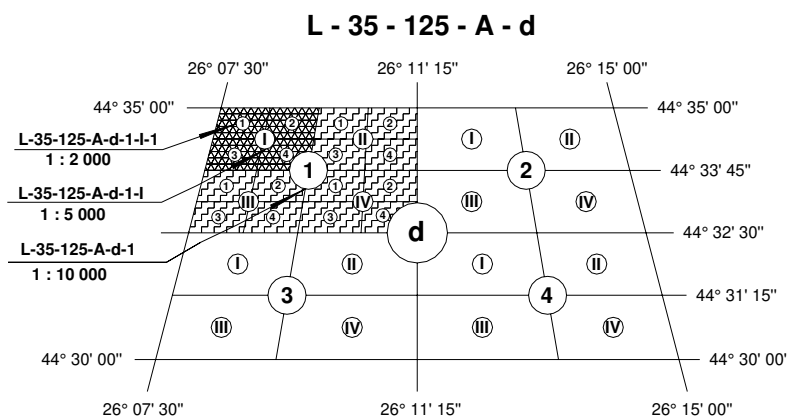


Fig. VII.13 – Nomenclatura foilor de plan la scările 1:10 000, 1:5 000 și 1:2 000

● **Nomenclatura foilor de plan la scara 1 : 5 000** s-a obținut din împărțirea unei foi de plan la scara 1 : 10 000, în 4 părți (2 x 2) cu dimensiunile laturilor trapezului de **1'15" pe latitudine și 1'52",5 pe longitudine**. Fiecare trapez s-a notat cu cifrele romane **I, II, III, IV** de la vest spre est și de la nord spre sud.

Nomenclatura planului topografic la scara 1 : 5 000 se compune din titlul foi de bază *la scara 1:10 000 (L-35-125-A-d-1)*, la care se adaugă una din cifrele romane de mai sus pentru zona considerată, **L-35-125-A-d-1-I** (fig. VII.13).

● **Nomenclatura foilor de plan la scara 1 : 2 000** s-a obținut din împărțirea unei foi de plan la scara 1 : 5 000, în 4 părți (2 x 2) cu dimensiunile laturilor trapezului de **37",50 pe latitudine și 56",25 pe longitudine**. Fiecare trapez s-a notat cu cifrele arabe **1, 2, 3, 4** de la vest spre est și de la nord spre sud.

Nomenclatura planului topografic la scara 1 : 2 000 se compune din titlul foi de bază *la scara 1:5 000 (L-35-125-A-d-1-I)*, la care se adaugă una din cifrele arabe de mai sus pentru zona considerată, **L-35-125-A-d-1-I-1** (fig. VII.13).

VII.7. PROBLEME DE CARTOMETRIE

VII.7.1. Determinarea coordonatelor unui punct de pe planuri

Se consideră un *plan topografic de bază*, la scara $1 : 5000$, întocmit și redactat în sistemul de reprezentare al *proiecției Stereografice – 1970*, cu rețeaua kilometrică trasată prin drepte paralele la *axele de coordonate* OX și OY cu dimensiunile nominale de $500 \times 500 \text{ m}$ (fig. VII.14).

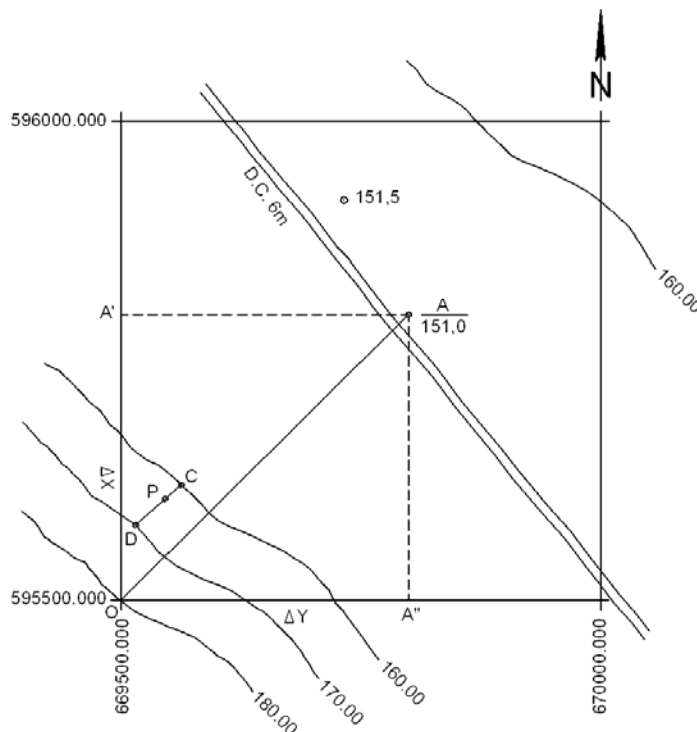


Fig. VII.14 –Caroiajul kilometric al planului topografic de bază la scara $1 : 5\,000$

Pentru determinarea coordonatelor rectangulare ale punctului $A (X_A, Y_A)$, în funcție de laturile caroiului kilometric cu lungimea de 500 m de pe suportul grafic al planului la scara $1 : 5\,000$ se efectuează operațiunile de mai jos.

- Se coboară perpendiculară din punctul A pe linia verticală a rețelei rectangulare kilometrice, obținându-se **punctele A' și A''** ;
- Se măsoară cu ajutorul unei rigle, cu o precizie grafică de $\pm 0,2 \text{ mm}$ cele două distanțe OA' și, respectiv, OA'' , care se exprimă în mm:

$$OA' = \Delta X_{OA} = 60,00 \text{ mm} \quad OA'' = \Delta Y_{OA} = 60,04 \text{ mm};$$

- Se citesc coordonatele rectangulare ale punctului $O(X_O, Y_O)$, în funcție de valorile rețelei rectangulare înscrise în km, obținându-se:

$$X_O = 595\,500,000 \text{ m}, (OX); Y_O = 669\,500,000 \text{ m}, (OY).$$

• Se transformă distanțele grafice (OA' și OA'') măsurate pe suportul grafic al planului topografic la scara 1:5 000, din milimetri în valori metrice prin multiplicarea lor cu numitorul scării, obținându-se coordonate rectangulare relative ale punctului considerat:

$$\Delta X_{OA} = 60,00 \text{ mm} \cdot 5000 = 300,000 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{OA} = 60,04 \text{ mm} \cdot 5000 = 300,200 \text{ m};$$

• Se calculează coordonatele rectangulare absolute ale punctului considerat $A (X_A, Y_A)$, în sistemul de axe al **proiecției Stereografice– 70**.

$$X_A = X_0 + \Delta X_{OA} = 595\,500,000 + 300,000 = 595\,800,000 \text{ m};$$

$$Y_A = Y_0 + \Delta Y_{OA} = 669\,500,000 + 300,200 = 669\,800,200 \text{ m};$$

Precizia de determinare a coordonatelor rectangulare plane (X, Y) este condiționată de *acuitatea vederii* de $\pm 0,2 \text{ mm}$, pe suportul grafic al planului topografic la scara 1:5 000. Eroarea grafică a planului topografic întocmit și redactat la scara 1:5 000 este de până la $\pm 1,00 \text{ m}$.

VII.7.2. Calculul orientării unei direcții și a distanței pe planuri

În funcție de coordonatele rectangulare plane ale celor două puncte date: $O(X_0 = 595500,00 \text{ m}; Y_0 = 669500,00 \text{ m})$; $A(X_A = 595800,00 \text{ m}; Y_A = 669800,20 \text{ m})$, se calculează *orientarea direcției și a distanței orizontale* (fig. VII.15).

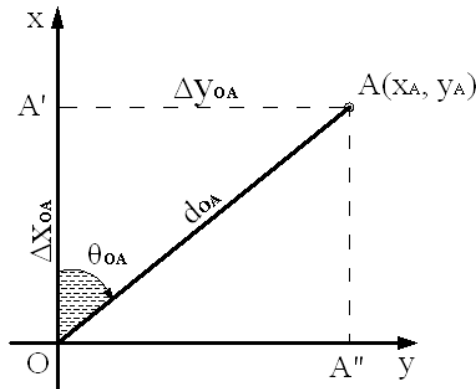


Fig. VII.15 – Calculul orientării (θ_{OA}) și a distanței (d_{OA})

• **Calculul orientării direcției (θ_{OA})** cuprinde următoarea operații:

- Se determină coordonatele relative: $\Delta X_{OA} = X_A - X_0 = 300,000 \text{ m};$

$$\Delta Y_{OA} = Y_A - Y_0 = 300,200 \text{ m};$$

Deoarece cele două coordonate relative (ΔX_{OA} ; ΔY_{OA}) au valori **pozitive** rezultă, că direcția considerată (**OA**) este situată în **cadranul topografic I**.

- Se determină **unghiul de calcul redus la primul cadran (β_i)** cu funcția trigonometrică **$tg\beta_i$** sau **$ctg\beta_i$** , iar pe baza semnului algebric ($\pm$) al coordonatelor relative (ΔX_{OA} ; ΔY_{OA}) se stabilește poziția direcției în unul din cele patru cadrane.

$$\beta_i = \arctg \left| \frac{\Delta Y_{OA}}{\Delta X_{OA}} \right| = \arctg \left| \frac{300,200}{300,000} \right| = 50^g 02' 12''$$

unde i – numărul cadranelui topografic (I, II, III, IV);

- Se calculează **valoarea orientării (θ_{OA})**, care din punct de vedere practic, poate să fie situată în unul din cele patru cadrane, în funcție de mărimea unghiului de calcul (β_i), cu una din relațiile de mai jos.

$$\theta_{OA} = \beta_I; \quad \theta_{OA} = 200^g - \beta_{II}; \quad \theta_{OA} = 200^g + \beta_{III}; \quad \theta_{OA} = 400^g - \beta_{IV}.$$

Orientarea direcției considerate, care este situată în cadranul I se obține cu relația: $\theta_{OA} = \beta_I$, de unde rezultă: $\theta_{OA} = 50^g 02' 12''$.

• **Calculul distanței orizontale (d_{OA})** se efectuează cu ajutorul relațiilor de mai jos, iar egalitatea dintre cele două valori obținute reprezintă controlul modului de calcul al orientării direcției date pe un plan s-au pe o hartă topografică.

$$d_{OA} = \frac{\Delta X_{OA}}{\cos \theta_{OA}} = \frac{\Delta Y_{OA}}{\sin \theta_{OA}} = \frac{300,0}{\cos 50^g 02' 12''} = \frac{300,2}{\sin 50^g 02' 12''} = 424,405m$$

VII.7.3. Determinarea cotelor absolute pe planuri și hărți

Pentru determinarea **cotei absolute a unui punct P**, dintre două curbe de nivel normale cu echidistanța $E_n = 10,0$ m, de pe un plan topografic de bază, la scara 1: 5 000, se aplică metoda interpolării grafice (fig. VII.16).

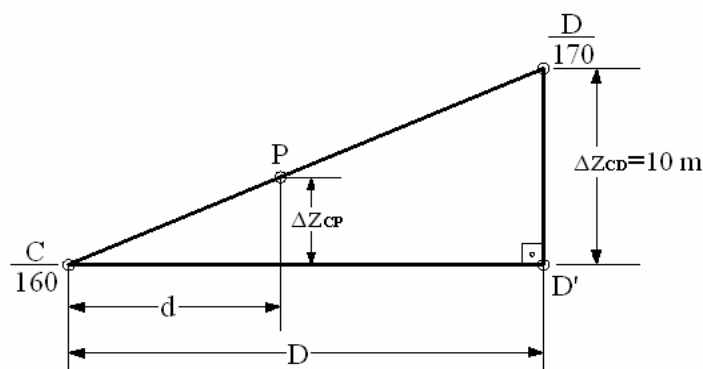


Fig. VII.16 – Calculul cotei absolute pe planuri topografice cu curbe de nivel

Calculul cotei absolute a punctului P se efectuează în funcție de cotele celor două curbe de nivel normale, de cotă **160 m** și de cotă **170 m**, după cum urmează:

- se stabilește *sensul de creștere al pantei terenului*;
- se trasează *linia de cea mai mare pantă* prin punctul **P**;
- se măsoară cu o riglă *distanțele grafice*, $d_{CP} = 5 \text{ mm}$ și $D_{CD} = 13 \text{ mm}$;
- se calculează *diferența de nivel*: $\Delta Z_{CD} = Z_D - Z_C = 10,00 \text{ m}$;
- se calculează *diferența de nivel* dintre punctul de cotă cunoscută (**C**) și punctul de cotă necunoscută (**P**), prin metoda *interpolării grafice*:

13 mm	10 m	$\Rightarrow \Delta Z_{CP} = \frac{5 \text{ mm}}{13 \text{ mm}} \cdot 10 \text{ m} = 3,85 \text{ m}$
5 mm	ΔZ_{CP}	

- se calculează *cota absolută a punctului P*, în funcție de *cota cunoscută a punctului C* și de *diferența de nivel* (ΔZ_{CP}), cu relația:

$$Z_P = Z_C + \Delta Z_{CP} = 160,00 \text{ m} + 3,85 \text{ m} = 163,85 \text{ m}$$

VII.7.4. Determinarea pantelor pe planuri și hărți cu curbe de nivel

Pentru determinarea pantei terenului dintre două puncte de cote cunoscute: $Z_A = 151,00 \text{ m}$ și $Z_O = 180,00 \text{ m}$ (fig. VII.17) se vor efectua următoarele operații:

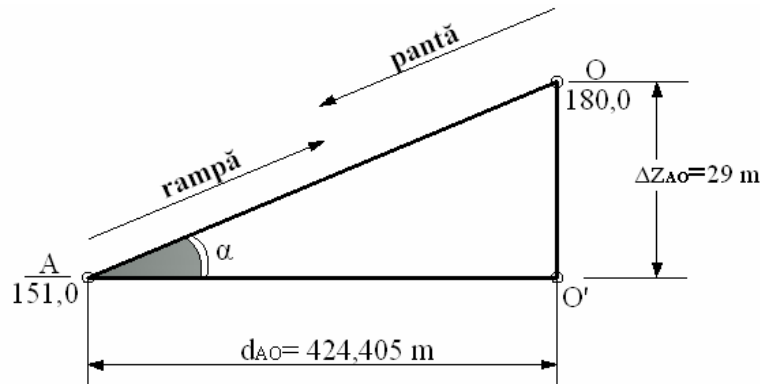


Fig. VII.17 – Calculul pantei terenului pe planuri cu curbe de nivel

- se exprimă *distanța* dintre punctele **A** și **O** de cote cunoscute, pe cale grafică sau din coordonatele rectangulare plane: $d_{AO} = 424,405 \text{ m}$;
- se calculează *diferența de nivel* dintre punctele **A** și **O**, cu relația:

$$\Delta Z_{AO} = Z_O - Z_A = + 29,00 \text{ m}$$

- se determină *panta terenului* dintre punctele **A** și **O** cu relația tangentei trigonometrice a unghiului de pantă (α) de următoarea formă:

$$p = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta Z_{AO}}{d_{AO}} = \frac{(Z_O - Z_A)}{d_{AO}}$$

- se calculează **panta terenului** dintre cele două puncte A și O , în funcție de elementele redată în figura VII.17 sub următoarele moduri de exprimare.

- **Panta ca valoare naturală a tangentei trigonometrice a unghiului (α):**

$$p_{AO} = tg \alpha_{AO} = \frac{(180,00 - 151,00)}{424,405} = \frac{29,00}{424,405} = 0,068330957$$

- **Panta ca valoare în procente/100m:**

$$p\% = 100 \cdot tg \alpha_{AO} = 100 \cdot 0,068330957 = 6,8\%;$$

- **Panta ca valoare în promile/1000m:**

$$p\%_{\circ} = 1000 \cdot tg \alpha_{AO} = 1000 \cdot 0,068330957 = 68,3\%_{\circ};$$

- **Panta ca valoare în grade centezimale:**

$$\alpha_{AO}^g = \arctg |0,068330957| = 4^g 34^c 33^{cc}$$

- **Panta ca valoare în grade sexagesimale:**

$$\alpha_{AO}^{\circ} = \arctg |0,068330957| = 3^{\circ} 54' 39''$$

● Teste de autoevaluare U.I. VII

1. Definiți următoarele noțiuni: portativul scrierii cartografice, modul de scriere și dimensiunile nominale ale literelor și cifrelor.
2. Explicați modul de scriere cartografică a elementelor de toponimie.
3. Prezentați modul de scriere al cotelor punctelor geodezice și topografice.
4. Care sunt datele caracteristice de bază ale semnelor convenționale?
5. Care sunt inscripțiile explicative ale semnelor convenționale?
6. Ce reprezintă cadrul hărților și planurilor topografice?
7. Enumerați elementele cartografice și înscrisurile din interiorul cadrului hărților și planurilor topografice.
8. Enumerați elementele cartografice și înscrisurile din exteriorul cadrului hărților și planurilor topografice.
9. Definiți nomenclatura hărții topografice de bază la următoarele scări:
1 : 1 000 000, 1 : 500 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000, 1 : 50 000, 1 : 25 000.
10. Definiți nomenclatura planurilor la scările: 1 : 10 000, 1 : 5 000, 1 : 2 000.
11. Care sunt deosebirile esențiale dintre conținutul planului topografic de bază și al planului cadastral de bază?
12. Prezentați modul de rezolvare a următoarelor probleme de cartometrie pe hărți și planuri: coordonatele rectangulare (x, y); orientarea unei direcții (Θ_{AB}) și distanța (do); cotele absolute (z) și panta terenului ($p\%$).

• **Lucrare de verificare U.I. VII**

Întocmirea și redactarea unui plan de situație, la scara 1 : 1 000, care să cuprindă reprezentarea grafică a elementelor de planimetrie și de altimetrie din teritoriul aferent unui sector cadastral agricol.

• **Rezumatul U.I. VII**

Prin noțiunile de bază rezultate din parcurgerea acestei unități de învățare, s-a urmărit atât prezentarea metodelor de întocmire și redactare ale planurilor și hărților topografice, cât și rezolvarea diferitelor probleme de cartometrie.

Dintre elementele cartografice de bază ale hărții și/sau planului topografic, au fost prezentate: cadrul și înscrisurile din interiorul și exteriorul cadrului, scara numerică și altele. Totodată, s-a tratat modul de împărțire și numerotare al foilor de hartă și de plan, redactate și cartoeditate pe trapeze geodezice la scările standard.

• **Bibliografie U.I. VII**

Ienciu I., Oprea L., *Prelucrarea automată a datelor analitice și grafice din topografie și cadastru*, Editura Aeternitas, Alba Iulia, 2009

Moca V., Chirilă C., *Cartografie matematică, întocmire și redactare hărți*, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iași, 2002

Năstase A., Osaci-Costache Gabriela, *Topografie-Cartografie*, Ediția a III-a, Editura Fundației „România de Măine”, București, 2006

Osaci-Costache Gabriela, *Topografie-Cartografie*, Editura Universitară, București, 2006

Osaci-Costache Gabriela, *Cartografie*, Editura Universitară București, 2008

Osaci-Costache Gabriela, *Topografie-Cartografie*, ediția a II-a revăzută, Editura Universitară, București, 2011

x x x *Atlas de semne convenționale pentru planurile topografice la scara: 1 : 2 000, 1 : 1 000 și 1 : 1 500*, Direcția Generală de Fond Funciar și Cadastru, București, 1971

x x x *Atlas de semne convenționale pentru hărțile topografice la scările 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000 și 1 : 1 000 000*, D.T.M. București, 1988

x x x *[http:// www.ancpi.ro](http://www.ancpi.ro)*

BIBLIOGRAFIE

1. **Adam I.**, *Proprietatea publică și privată asupra imobilelor în România*, Editura C.H. Beck, București, 2000
2. **Andrei C.O.**, *Tehnica Satelitară. Poziționare Punctuală Precisă*, Editura Tehnopress, Iași, 2010
3. **Badea Gh.**, *Cadastru general*, Editura Conspress, București, 2005
4. **Băduț M.**, *GIS - Sisteme Informatic Geografice-fundamentale practice*, Editura Albastră (www.albastra.ro), Cluj-Napoca, 2004
5. **Boș N.**, *Topografie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1993
6. **Boș N., Iacobescu O.**, *Topografie modernă*, Ed. C.H. Beck, București, 2007
7. **Coșarcă C.**, *Topografie inginerească*, Editura MatrixRom, București, 2003
8. **Dragomir P., Haret C., Moraru N., Neuner I., Săvulescu C.**, *Lucrări topografice în cadastru. Ghid*, Editura MatrixRom, București, 1995
9. **Grecea C.**, *Complemente de măsurători terestre*, Editura Politehnica, Timișoara, 2006
10. **Ienciu I., Oprea L.**, *Prelucrarea automată a datelor analitice și grafice din topografie și cadastru*, Editura Aeternitas, Alba Iulia, 2009
11. **Leu I. N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciotlăuș Ana, Ciolac Valeria**, *Topografie și cadastrul agricol*, Editura Didactică și Pedagogică, R.A., București, 1999
12. **Leu I.N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciolac Valeria, Ciotlăuș Ana, Negoescu I.**, *Topografie și cadastru*, Editura Universul, București, 2002
13. **Leu I.N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciolac Valeria, Ciotlăuș Ana**, *Topografie generală și aplicată - Cadastru*, Editura Universul, București, 2003
14. **Lungu M.**, *România – Atlas Geografic*, Ed. Steaua Nordului, Constanța, 2011
15. **Moca V., Iliei D.**, *Cadastru funciar general – lucrări și calcule topografice*, Editura Nona, Piatra Neamț, 1998
16. **Moca V., Chirilă C.**, *Cartografie matematică, întocmire și redactare hărți*, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iași, 2002
17. **Moca V.**, *Topografie și desen tehnic - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură și Facultatea de Horticultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară “Ion Ionescu de la Brad” Iași, 2001

18. **Moca V.**, *Topografie și cadastru - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură și Facultatea de Horticultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași, 2001
19. **Moca V.**, *Topografie și desen tehnic - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași, (CD), 2002
20. **Moca V.**, *Topografie și cadastru - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași, (CD), 2002
21. **Moca V.**, Radu O., Fronea Loredana, *Cadastru agricol - învățământ la distanță*, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași, (CD), 2002
22. **Moldoveanu C.**, *Geodezie*, Editura Matrix Rom, București, 2002
23. **Năstase A., Osaci-Costache Gabriela**, *Topografie-Cartografie*, Ediția a III-a, Editura Fundației „România de Măine”, București, 2006
24. **Neuner J.**, *Sisteme de poziționare globală*, Editura MatrixRom, București, 2000
25. **Nistor Gh.**, *Topografie-Lucrări practice*, Editura Universității Tehnice „Gh. Asachi”, Iași, 2002
26. **Onose D.**, *Topografie*, Editura MatrixRom, București, 2004
27. **Osaci-Costache Gabriela**, *Topografie-Cartografie*, Editura Universitară, București, 2006
28. **Osaci-Costache Gabriela**, *Cartografie*, Editura Universitară București, 2008
29. **Osaci-Costache Gabriela**, *Topografie-Cartografie, ediția a II-a revăzută*, Editura Universitară, București, 2011
30. **Palamariu M.**, *Cartografie și Geodezie – aplicații*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2004
31. **Russu A.**, *Topografie cu elemente de geodezie și fotogrammetrie*, Editura „Ceres”, București, 1975
32. **Russu A., Boș N., Kiss A.**, *Topografie-geodezie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982
33. **Turdeanu L.**, *Fotogrammetrie analitică*, Editura Academiei, București, 1997
34. **Vorovencii I.**, *Topografie*, Editura Universității Transilvania din Brașov, 2006
35. **Zâvoianu Fl.**, *Fotogrammetria*, Editura Tehnică, București, 1999
36. **x x x** *Anuarul Statistic al României*, București, 2012
37. **x x x** *Manualul inginerului geodez*, (vol. I, II și III), Editura Tehnică, București, 1972-1974

38. x x x *Colecție de Standarde*, Institutul Român de Standardizare, (Vol. I.), Măsurători Terestre, Editura Tehnică, București, 1997
39. x x x *Măsurători terestre – fundamente, (vol. I, II, III)*, Editura MatrixRom, București, 2002
40. x x x *Lucrări geodezice, topografice, fotogrammetrice și cadastrale*, Editura MatrixRom, București, 2007
41. x x x *ROMPOS – Sistemul Românesc de Determinare a Poziției*, ANCPI, București, 2008
42. x x x *Legea fondului funciar nr. 18/1991*, Monitorul Oficial al României, partea I, nr. 37, București, 1991, cu modificările ulterioare
43. x x x *Legea Cadastrului și Publicității imobiliare nr.7/1996*, Monitorul Oficial al României, partea 5, nr. 61, București, 1996, cu modificările ulterioare
44. x x x *Norme tehnice pentru introducerea cadastrului general*, aprobate cu Ordinul M. Adm. P. nr. 534/2001, M. Of. nr.744/2001, cu modificările ulterioare
45. x x x *Cadastrul și publicitatea imobiliară*, Monitorul Oficial, București, 2007
46. x x x *Legislație privind cadastrul și publicitatea imobiliară*, Editura MatrixRom, București, 2009
47. x x x *Legea cadastrului și a publicității imobiliare, nr. 7/1996*, republicată în Monitorul oficial al României, partea I, Nr. 83/ 7.II.2013
48. x x x *Atlas de semne convenționale pentru planurile topografice la scara: 1 : 2 000, 1 : 1 000 și 1 : 1 500*, Direcția Generală de Fond Funciar și Cadastru, București, 1971
49. x x x *Atlas de semne convenționale pentru hărțile topografice la scările 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000 și 1 : 1 000 000*, D.T.M. București, 1988
50. x x x [http:// www.ancpi.ro](http://www.ancpi.ro)
51. x x x [http:// www.rompos.ro](http://www.rompos.ro)